Fig: 1.

Fig. 8.

Fig: 6

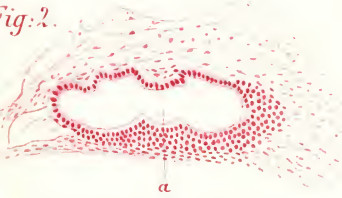


Fig: 2.

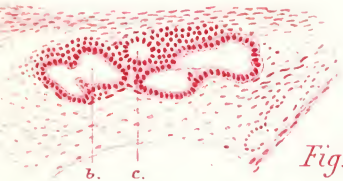
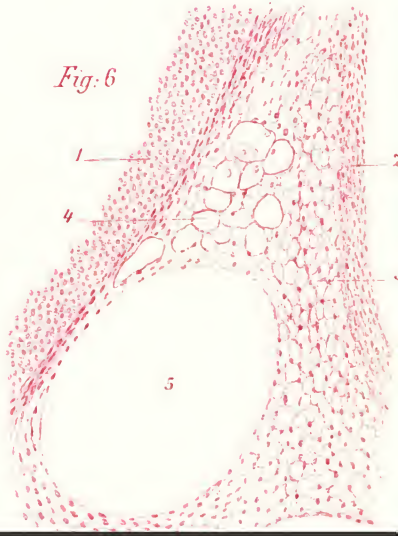


Fig: 3.



Sitzungsberichte der Mathematisch-Physikalischen Classe ...

Königlich Bayerische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Physikalische Klasse

LSoc1727.15.2
Bd. May, 1888.

Harvard College Library

FROM THE

SUBSCRIPTION FUND,

BEGUN IN 1858.

19 Nov. 1887-
19 April, 1888.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XVII. Jahrgang 1887.

München.
Verlag der K. Akademie.
1888.

Commission bei G. Franz.

48.62 -
LSoc1727.15.2

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XVII Jahrgang 1887.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 128. Stiftungstages am 28. März 1887.

Seite

C. v. Voit: Nekrologe 73

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften zur Nachfeier der Allerhöchsten Namensfeste Seiner Majestät des Königs und Seiner königl. Hoheit des Prinzregenten am 15. November 1887.

Verkündigung der Neuwahlen 479

Sitzung vom 8. Januar 1887.

*N. Rüdinger: Ueber künstlich verunstaltete Schädel und Gehirne der eingebornen Südseeinsulaner . . . 1

Sitzung vom 5. Februar 1887.

Fr. Kohlrausch: Bestimmung der Selbstinduction eines Leiters mittels inducirter Ströme 3

Ueber die Herstellung sehr grosser genau bekannter elektrischer Widerstandsverhältnisse und über eine Anordnung von Rheostatenwiderständen 11

Ueber die Berechnung der Fernwirkung eines Magnets 23

Seite

S. Finsterwalder: Ueber katoptrische Eigenschaften der Flächen 2. Grades 33

*A. Voss: Ueber die projective Centrafläche einer algebraischen Fläche n^ter Ordnung 2

Franz Hessler: Ueber Naturgeschichte der alten Inder . . 43

A. A. Böhm: Ueber die Befruchtung des Neunaugeneies . . 53

Sitzung vom 5. März 1887.

*A. v. Braunmühl: Untersuchungen über p-reihige Charakteristiken, die aus Dritteln ganzer Zahlen gebildet sind, und die Additionstheoreme der zugehörigen Thetafunctionen 63

C. v. Voit: Untersuchung der Kost eines Vegetarianers . . 63

N. Rüdinger: Das Hirn Gambettas 69

Sitzung vom 7. Mai 1887.

E. Lommel: Ueber die Photometrie der diffusen Zurückwerfung 95

Karl Haushofer: Ueber die mikroscopischen Formen des Germaniumsulfides und des Germaniumoxydes 133

Franz Hessler: Allgemeine Uebersicht der Heilkunde der alten Inder 137

Otto Reis: Ueber Bolonostomus, Aspidorhynchus und ihre Beziehungen zum lebenden Lepidosteus (mit 2 Tafeln) . 151

Sitzung vom 11. Juni 1887.

M. v. Pettenkofer: Ueber Gesundheitsschädlichkeit mehrerer hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe . 179

Sitzung vom 2. Juli 1887.

*H. Seeliger: Zur Theorie der Beleuchtung der grossen Planeten, insbesondere des Saturn 195

H. Götz und A. Kurz: Elektrometrische Untersuchungen . . 195

C. W. v. Gümbel: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottnang 221

Sitzung vom 5. November 1887.

Seite

Oskar Emil Meyer: Ueber die Bestimmung der inneren Reibung nach Coulomb's Verfahren 343

L. Radlkofer: Ueber einige Capparis-Arten. Zweite Mittheilung 365

Leo Königsberger: Ueber die für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung zwischen den Fundamentalintegralen und deren Ableitungen stattfindenden algebraischen Beziehungen 423

Sitzung vom 3. Dezember 1887.

*C. M. v. Bauernfeind: Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction (3. Mittheilung) 433

F. v. Sandberger: Ueber die ältesten Ablagerungen im südöstlichen Theile des böhmischen Silurbeckens und deren Verhältniss zu dem anstossenden Granit 433

N. Rüdinger: Ueber die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres (mit 3 Tafeln) 455

P. Gordan: Ueber die Bildung der Discriminante einer tertiären Form 477

Einsendungen von Druckschriften 327, 481

NOV 19 1887
LIBRARY

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1887. Heft I.

München.
Verlag der K. Akademie.
1887.

In Commission bei G. Franz.

HARVARD COLLEGE
NOV 19 1887
LIBRARY.

1-2-
45

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. Januar 1887.

Herr N. RÜDINGER hält einen Vortrag „über künstlich verunstaltete Schädel und Gehirne der eingebornen Südseeinsulaner." Die Abhandlung wird in den Denkschriften erscheinen.

Sitzung vom 5. Februar 1887.

1. Herr C. v. VOIT überreicht drei von dem correspondirenden Mitgliede Herrn FRIEDRICH KOHLRAUSCH in Würzburg eingesandte Abhandlungen: a) „Bestimmung der Selbstinduction eines Leiters mittels inducirter Ströme," b) „über die Herstellung sehr grosser genau bekannter elektrischer Widerstandsverhältnisse und über eine Anordnung von Rheostatenwiderständen," c) „über die Berechnung der Fernwirkung eines Magnets."

2. Herr A. VOSS legt eine Abhandlung des Herrn S. FINSTERWALDER vor „über katoptrische Eigenschaften der Flächen 2. Grades."

3. Herr A. Voss spricht „über die projective Centrafläche einer algebraischen Fläche n^{ter} Ordnung.“ Die Abhandlung wird in den Denkschriften erscheinen.

4. Herr Franz Hessler liest eine Studie „über Naturgeschichte der alten Inder.“

5. Herr C. Kupffer berichtet über eine Abhandlung des Herrn A. A. Böhm „über die Befruchtung des Neunaugeneies.“

Bestimmung der Selbstinduction eines Leiters mittels inducirter Ströme.

Von Friedrich Kohlrausch.

(Eingelaufen 5. Februar.)

Bei Gelegenheit einer Widerstandsbestimmung mit inducirten Strömen habe ich früher eine Erscheinung erwähnt,[1]) welche bei geeigneter Stromverzweigung eintritt, wenn in einem der Zweige Selbstinduction stattfindet. Eine Galvanometernadel macht während des Inductionsstosses eine Zuckung, welche, als Wirkung der beiden entgegengesetzt gleichen Extraströme des anwachsenden und abfallenden inducirten Stromes, keine Endgeschwindigkeit hat und sich deswegen scharf beobachten lässt. Die Grösse dieses „Extraweges" lässt sich, wie man leicht sieht, zur Bestimmung der Selbstinductionsconstante verwerten. Das Verfahren ist in mancher Hinsicht bequemer als die Anwendung des Schliessungs- oder Oeffnungs-Extrastromes einer Säule, bei welcher die Grösse des Nadelausschlages im allgemeinen von einem Reste des constanten Stromes mit bedingt wird. Der letztere aber lässt sich nur sehr schwer ganz beseitigen, da Thermoströme, Widerstandsänderung durch die Wärme und der Extrastrom selbst eine genaue Regulirung erschweren.

Man kann natürlich hier wie dort Differentialgalvanometer oder Wheatstone'sche Brücke verwenden.

1) Pogg. Ann. Bd. 142 S. 418, 1871.

Bestimmung mit dem Differentialgalvanometer. Der Stromstoss eines Weber'schen Magnetinductors — Drahtspule mit verschiebbarem Magnet — oder auch eines Inductionsapparates mit Unterbrechung des primären Stromes wird verzweigt: einerseits durch den Widerstand w, dessen Selbstinductionscoefficient Π gemessen werden soll und durch die eine Hälfte eines Differentialmultiplicators, andererseits durch einen ebensogrossen Widerstand ohne Selbstinduction und durch die andere Hälfte des Multiplicators in entgegengesetzter Richtung. Dass die Widerstände gleich sind, ist vorher mit einer constanten Stromquelle an dem Platze des Inductors daran erkannt worden, dass der constante Strom die Nadel nicht ablenkte.

Geht der Inductionsstoss durch die Leitung, so erfolgt eine plötzliche Verschiebung der Nadel. Wir nehmen an, dass der Inductionsstoss in einer gegen die Schwingungsdauer der Nadel sehr kurzen Zeit ausgeführt wird; dann ist die Grösse dieser Verschiebung von der Dauer des Stosses unabhängig und lässt sich scharf von den langsamen gewöhnlichen Schwingungen trennen. Besonders wenn man die Stösse rasch nacheinander in entgegengesetzter Richtung ausführt, wobei entgegengesetzte Zuckungen der Nadel erfolgen, ist dies der Fall.

Das Gesetz dieser Bewegung findet sich folgendermassen. W sei der Widerstand, E die el. Kraft des Inductors zu irgend einer Zeit t, γ der Widerstand jeder Multiplicatorhälfte. Wenn weiter i_0 die Stromstärke in dem Zweige mit Selbstinduction, i_1 diejenige in dem anderen Zweige bedeutet, so ist

$$(i_1 - i_0)(w + \gamma) = \Pi \frac{di_0}{dt},$$

oder

$$i_1 - i_0 = \frac{\Pi}{w + \gamma} \frac{di_0}{dt}. \qquad (1)$$

Dieser Stromüberschuss in der einen Multiplicatorhälfte gibt der Nadel eine Beschleunigung

$$\frac{d^2x}{dt^2} = C\,(i_1 - i_0) = \frac{\Pi}{w+\gamma}\,C\,\frac{di_0}{dt},$$

wo C eine Constante des Galvanometers bedeutet. War die Nadel bei dem Beginne des Stosses in Ruhe, so folgt weiter

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\Pi}{w+\gamma}\,Ci_0.$$

Also zu Ende des Inductionsstosses ist diese Geschwindigkeit $= 0$, weil dann $i_0 = 0$ wird; während des Stosses ader findet eine Gesammtverschiebung x' statt

$$x' = \frac{\Pi}{w+\gamma}\,C\int i_0\,dt. \qquad (2)$$

Nun ist $\quad i_0 = E/(2W + w + \gamma),$

also

$$\int i_0\,dt = \frac{1}{2W + w + \gamma}\int E\,dt.$$

Man erhält also [1])

$$x' = \frac{\Pi}{w+\gamma}\,\frac{1}{2W + w + \gamma}\,C\int E\,dt. \qquad (3)$$

1) Die strenge Entwicklung dieser Formeln muss auf die Inductionen in den anderen Zweigen Rücksicht nehmen.

Es seien Π_0 bez. Π' die Selbstinductionscoefficienten der Inductorrolle bez. jeder Multiplicatorhälfte, Π'' der Coefficient der einen Hälfte auf die andere. Wenn J die Stromstärke zur Zeit t im Inductor, so ist

$$WJ + (w+\gamma)\,i_0 = E - \Pi_0\frac{dJ}{dt} - \Pi'\frac{di_0}{dt} + \Pi''\frac{di_1}{dt} - \Pi\frac{di_0}{dt}$$

$$WJ + (w+\gamma)\,i_1 = E - \Pi_0\frac{dJ}{dt} - \Pi'\frac{di_1}{dt} + \Pi''\frac{di_0}{dt}.$$

Subtraction ergibt

$$(w+\gamma)\,(i_1 - i_0) = \Pi\frac{di_0}{dt} - (\Pi' + \Pi'')\,\frac{d\,(i_1 - i_0)}{dt},$$

Um $C\int E dt$ zu bestimmen, sendet man unter Einschaltung eines hinreichend grossen bekannten Widerstandes R einen vollen Inductionsstoss durch die eine Galvanometer-

---

also $$\int (i_1 - i_0)\,dt = \frac{\Pi i_0 - (\Pi' + \Pi'')(i_1 - i_0)}{w + \gamma}. \qquad [1]$$

Wenn zur Zeit t die Verschiebung der Nadel aus der Ruhelage $= x$ ist, und wenn p und q Constanten der Nadelbewegung sind, so hat man

$$\frac{d^2x}{dt^2} + p\frac{dx}{dt} + qx = C(i_1 - i_0).$$

Integration ergibt

$$\frac{dx}{dt} + px + q\int x\,dt = C\int (i_1 - i_0)\,dt = \frac{C}{w+\gamma}[\Pi i_0 - (\Pi' + \Pi'')(i_1 - i_0)].$$

Nochmals integrirend erhält man

$$x + p\int x\,dt + q\int dt \int x\,dt =$$

$$= \frac{C}{w+\gamma}\left[\Pi\int i_0 dt - (\Pi' + \Pi')\int (i_1 - i_0)\,dt\right].$$

Die Integrale mit dt links verschwinden, wenn der Inductionsstoss in sehr kurzer Zeit ausgeführt wird. Zum Schluss des Stosses ist ferner nach [1] auch $\int (i_1 - i_0)\,dt = 0$, weil dann i_0 und $i_1 = 0$ werden, so dass als die ganze Verschiebung x' während des Inductionsstosses herauskommt, so, wie im Texte angegeben:

$$x' = \frac{\Pi}{w+\gamma} C\int i_0\,dt. \qquad [2]$$

i_0 selbst setzt sich zusammen aus den drei Teilen $E/(2W + w + \gamma)$, $K_0 di_0/dt$ und $K_1 di_1/dt$, wo K_0 und K_1 die Inductionscoefficienten und die Widerstände enthalten. Es ist also

$$\int i_0\,dt = \frac{1}{2W + w + \gamma}\int E\,dt + K_0 i_0 + K_1 i_1.$$

Die beiden letzten Glieder aber sind zum Schlusse des Stosses wieder gleich Null, womit Gleichung 3 bewiesen ist.

hälfte. Die Stromstärke zur Zeit t ist $i = E/(R + W + \gamma)$, woraus die Nadelbeschleunigung

$$\frac{d^2x}{dt^2} = Ci = \frac{CE}{R + W + \gamma}$$

und die Nadel-Geschwindigkeit am Ende des Stosses

$$u = \frac{C}{R + W + \gamma} \int E dt. \tag{4}$$

Vermöge dieser Geschwindigkeit erfolge der Ausschlag x, während k das Dämpfungsverhältnis und $\Lambda = \log \text{nat } k$ das natürliche log. Decrement bei diesem Versuche und τ die Schwingungsdauer der ungedämpften Nadel bedeute. Setzt man

$$k^{\frac{1}{\pi} \operatorname{arc\,tg} \frac{\pi}{\Lambda}} = S, \tag{5}$$

so ist bekanntlich

$$u = x \frac{\pi}{\tau} S = \frac{C}{R + W + \gamma} \int E dt$$

und

$$C \int E dt = x \frac{\pi}{\tau} (R + W + \gamma) \cdot S. \tag{6}$$

Dies endlich in (3) eingesetzt, erhält man

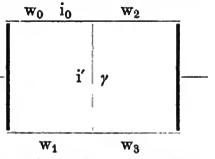
$$\Pi = \frac{x'}{x} \frac{\tau}{\pi} (w + \gamma) \frac{2W + w + \gamma}{R + W + \gamma} \frac{1}{S}. \tag{7}$$

Man braucht also, um den Selbstinductionscoefficienten Π zu bestimmen, ausser den Ausschlägen x' und x und den Widerständen W und $w + \gamma$ die Schwingungsdauer τ und die aus einigen Schwingungen hinreichend genau abzuleitende Grösse S.

Von nicht vollkommener Gleichheit der Galvanometerhälften wird man unabhängig, wenn man eine zweite Bestimmung von Π mit vertauschten Multiplicatoren ausführt und das Mittel nimmt.

Anstatt des Differentialmultiplicators und einfachen Inductors kann man auch einen einfachen Multiplicator und einen Differentialinductor anwenden. Verfahren und Gleichungen bleiben ungeändert; W bedeutet aber jetzt den Widerstand des Multiplicators, w denjenigen eines Inductorzweiges.

Brückenverbindung. Der Strom des Inductors vom Widerstande W werde durch die Widerstände $w_0\ w_1\ w_2\ w_3$ verzweigt. Man hat vorher die Widerstände so abgeglichen, dass ein constantes Element an Stelle des Inductors am Galvanometer γ keinen Ausschlag gibt, so dass $w_0\ w_3 = w_1\ w_2$ ist. w_0 sei derjenige Leiter, dessen Selbstinductionscoefficient Π gesucht wird; $w_1\ w_2\ w_3$ seien frei von Selbstinduction.



Die el. Kraft E erzeugt in w_0 einen Strom i_0, der mit Rücksicht auf die Beziehung $w_0\ w_3 = w_1\ w_2$ gefunden wird

$$i_0 = E\,\frac{w_3}{W\,w_2 + w_3\,(W + w_0 + w_2)}. \qquad (8)$$

Die el. Kraft der Selbstinduction in w_0 ist, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, $= \Pi\, di_0/dt$. Da der Inductorzweig W als correspondirender Zweig zu der Brücke keinen Einfluss auf die Stromstärke im Galvanometer hat, so kann man die letztere gleich hinschreiben

$$i' = \Pi\,\frac{di_0}{dt}\,\frac{w_2 + w_3}{(w_0 + w_1)(w_2 + w_3) + \gamma\,(w_0 + w_1 + w_2 + w_3)}.$$

Mit Rücksicht auf $w_0\ w_3 = w_1\ w_2$ und unter Einsetzung des Wertes für i_0 aus Gl. 8, wenn man zugleich

$$\frac{W\,w_2 + w_3\,(W + w_0 + w_2)}{w_3}\ \frac{\gamma\,w_2 + w_0\,(\gamma + w_2 + w_3)}{w_2} = Q \qquad (9)$$

setzt, kann man hierfür schreiben

$$i' = \frac{\Pi}{Q}\frac{dE}{dt}.$$

Gerade wie früher findet sich hieraus, wenn man $d^2x/dt^2 = Ci'$ setzt, dass die Nadel während eines rasch ausgeführten Inductionsstosses eine Zuckung x' ohne Endgeschwindigkeit macht [1])

$$x' = \frac{\Pi}{Q} C \int E dt. \tag{10}$$

$C\int E dt$ wird wie vorhin (S. 6) bestimmt, indem man den Inductionsstoss unter Einschaltung eines hinlänglich grossen bekannten Widerstandes R ungeteilt durch das Galvanometer sendet. Die vorher ruhende Nadel macht hierdurch den Ausschlag x. Dann gilt Gleichung 5 und 6 und man erhält aus (10)

$$\Pi = \frac{x'}{x}\frac{\tau}{\pi}\frac{1}{R + w + \gamma\frac{Q}{S}}. \tag{11}$$

Wurde $w_2 = w_3$ gemacht, so erhält Q den einfacheren Wert $Q = (2W + w_0 + w_2)\ (\gamma\frac{w_0 + w_2}{w_2} + 2w_0)$.

Die Ausschläge x und x' werden einfach in Scalenteilen an derselben Scala ausgedrückt. An grösseren Ausschlägen x bringt man, durch Subtraction von $11/32 \cdot x^3/A^2$ (A = Scalenabstand) die bekannte Correction auf den Sinus des halben Ausschlagswinkels an.

Soll die Selbstinductionsconstante mit grosser Genauigkeit gemessen werden, so werden die von Maxwell, Lord

1) Die vollständige Entwicklung mit Rücksicht auf die anderen Selbstinductionen lässt sich ähnlich wie S. 5 ausführen und zeigt, dass diese Umstände keinen Einfluss ausüben.

Rayleigh und Schuster, H. Weber, Dorn, Herwig gebrauchten Methoden der Unterbrechung und Schliessung eines constanten Stromes in geübter Hand wohl der hier beschriebenen überlegen sein, aber nur wenn man ausser grosser Geduld noch über sehr günstige Verhältnisse verfügt. Zu den letzteren gehören constante Zimmertemperatur, Widerstände die sich nicht durch den Strom erwärmen, widerstandsfreie verschiebbare Contacte und constante Elemente.

Kommt es, wie hier ja häufig, nur auf eine Genauigkeit von einem oder einigen Procenten an, so wird man die Anwendung des Inductors weit bequemer und auch einwurfsfreier finden, als diejenige von constanten Elementen; denn die Widerstände brauchen bei uns nicht mit einer so peinlichen Sorgfalt abgeglichen zu werden, wie dort.

Ueber die Herstellung sehr grosser genau bekannter elektrischer Widerstandsverhältnisse und über eine Anordnung von Rheostatenwiderständen.

Von Friedrich Kohlrausch.

(Eingelaufen 5. Februar.)

In der Galvanometrie liegt oft die Aufgabe vor, einen Strom in zwei sehr verschiedene Teile zu verzweigen. Insbesondere wird dies z. B. oft bei der Zurückführung der Constante eines empfindlichen Multiplicators auf diejenige eines Normalgalvanometers verlangt, welche von Dorn auch für die absolute Widerstandsbestimmung vorgeschlagen worden ist. Mir lag zum Beispiel die Herstellung eines Zweigverhältnisses von etwa 1 : 1000 vor. Soll nun ein solches Verhältnis selbst auf seinen 10000ten Teil sicher bekannt sein, so bietet die Anwendung eines gewöhnlichen Rheostaten grosse Schwierigkeiten. Es ist insbesondere fast unmöglich, das Verhältnis stets in kurzer Zeit mit der oben geforderten Genauigkeit zu controliren, was doch wegen der entwickelten Stromwärme und sonstiger Ursachen von Temperaturschwankungen gefordert sein kann.

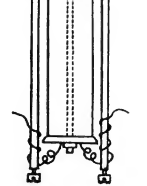
Es gibt nun ein sehr einfaches Mittel, Widerstandsverhältnisse vom Betrag 16 81 256 625 1296 u. s. w., überhaupt vom Betrage n^4, wenn n eine ganze Zahl ist, mit jeder Genauigkeit, welche uns überhaupt für Widerstandsvergleichungen möglich ist, herzustellen und jederzeit durch eine einmalige Vergleichung zweier nahe gleicher Widerstände

zu bestimmen. Es seien nämlich gegeben: erstens n gleiche Widerstände w; zweitens n gleiche Widerstände W, und es sei W nahe gleich $n^3 \cdot w$. Schaltet man die w hintereinander, die W nebeneinander, so entstehen nahe gleiche Widerstände, nämlich $n \cdot w$ und W/n, die man nach einer der bekannten Methoden genau vergleichen kann. Man finde hierbei $\frac{W}{n} = n\,w\,(1 + \delta)$. Schaltet man alsdann die w nebenund die W hintereinander, so hat man jetzt einerseits den Widerstand w/n, andrerseits $n\,W = n^3 w\,(1 + \delta)$. Das Verhältnis beider zu einander ist $n^4\,(1 + \delta)$.

Hierbei wird nicht etwa genaue Gleichheit aller Widerstände einer Gruppe verlangt, sondern die Unterschiede dürfen einige Promille betragen, ohne dass das Resultat für irgend einen noch so exacten Zweck merklich beeinträchtigt würde.

Die erforderliche einzige Vergleichung ist binnen einer Minute auszuführen, wenn sie instrumentell vorbereitet ist.

Ausser dieser einfachsten Weise lässt sich die Hinter- und Nebenschaltung von Widerständen natürlich sehr oft verwerten uud ist jedenfalls schon oft angewendet worden. Zum Zwecke der Bequemlichkeit, Vielseitigkeit und Genauigkeit habe ich folgende Anordnung eines Rheostaten getroffen, dessen mechanische Ausführung Herr Siedentopf in Würzburg besorgt hat.

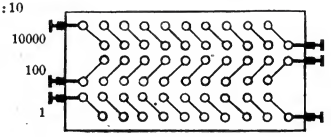


Je zehn Widerstände von je 1 Ohm, 100 Ohm und 10000 Ohm (Drahtstärke 1,2, 0,5 und 0,1 mm) sind in drei Reihen unter einer 2 cm dicken Hartkautschukplatte angebracht. Jeder Widerstand endet in zwei Quecksilbernäpfe, welche in die Platte gut eingepasst sind. Damit das Quecksilber sich nicht über die Ränder zieht, bestehen die Näpfe aus Stahl. Nachdem dieselben unterhalb und etwa bis zu $^2/_3$ Höhe innerhalb

dünn verzinnt sind, lassen sich die kupfernen Zuleitungsstifte (4 mm Durchmesser) mit ihren oben verbreiterten Endflächen sicher unterlöten und schliesslich die Näpfe innen gut amalgamiren und aussen lackiren.

Die Hartkautschukplatte sitzt wie bei dem Siemens'schen Rheostaten als Deckel auf einem Holzkasten.

Die Anordnung der Näpfe auf dem Deckel s. nebenstehend, wobei die schrägen Verbindungslinien die 30 Widerstände andeuten. Die Hinter- oder Nebenschaltung wird durch amalgamirte Kupferbügel von 6 cm Länge und 5,5 mm Durchmesser bewirkt. Ein solcher Bügel hat etwa 0,00005 Ohm Widerstand. Diese Zahl lässt sich hinreichend genau ermitteln, da man eine grosse Zahl von Bügeln (60) hintereinanderschalten kann.



Es ist kaum nötig zu zeigen, wie man mit diesem Rheostaten sehr verschiedene Widerstandsverhältnisse herstellen kann. Selbst ein Verhältnis ungefähr $1 : 10^6$ $\left(\text{nämlich } \left[\frac{1}{10}\right] : \Sigma 10000\right)$ lässt sich in wenigen Minuten mit der vollen Genauigkeit controliren, welche überhaupt für Widerstandsvergleichungen möglich ist, d. h. ohne Mühe auf 0,0000000001. (Ueber den Einfluss der Kupferbügel s. weiter unten.)

Als ein Beispiel will ich die Prüfung des Verhältnisses 1 : 1000 ausführen, welches als 0,1 : 100, 1 : 1000, 10 : 10000 oder 100 : 100000 hergestellt werden kann. Ich will 10 : 10000, d. h. die Hunderter nebeneinander zu einem der Zehntausender nehmen.

Um das wirkliche Verhältnis zu bestimmen vergleicht man die nebengeschalteten Zehntausender, $\left[\frac{10000}{10}\right]$ genannt,

mit den hintergeschalteten Hundertern $\Sigma[100]$ und sodann den zur Verwendung kommenden Zehntausender 10000_0 mit den übrigen $10000_1 \ldots\ldots 10000_9$.

Die erstere Vergleichung ergebe

$$\left[\frac{10000}{10}\right] = \Sigma[100] + \Delta.$$

Dann ist $\Sigma[10000] = 10000 \cdot \left(1 + \frac{1}{1000}\Delta\right) \times \left[\frac{100}{10}\right]$.

Weiter sei gefunden

$$10000_1 = 10000_0 + \delta_1 \quad 10000_2 = 10000_0 + \delta_2 \ldots\ldots$$
$$10000_9 = 10000_0 + \delta_9.$$

Wir setzen $\delta_1 + \delta_2 + \ldots + \delta_9 = \Sigma\delta$.

Dann ist offenbar

$$\Sigma[10000] = 10 \cdot 10000_0 + \Sigma\delta$$

oder $$10000_0 = \frac{1}{10}\left(1 - \frac{1}{100000}\Sigma\delta\right) \times \Sigma[10000].$$

Für $\Sigma[10000]$ den oben gefundenen Wert gesetzt, erhält man

$$10000_0 = 1000\left(1 + \frac{1}{1000}\Delta - \frac{1}{100000}\Sigma\delta\right) \times \left[\frac{100}{10}\right].$$

Das gesuchte Widerstandsverhältnis ist also

$$10000_0 : \left[\frac{100}{10}\right] = 1000\left(1 + \frac{1}{1000}\Delta - \frac{1}{100000}\Sigma\delta\right).$$

Weiter wurde das Zweigverhältnis 1 : 900 verlangt. Man schaltete neun von den Zehntausendern hintereinander und nun diese Summe mit dem zehnten Zehntausender nebeneinander. Dies repräsentirt 9000 Ohm, welche gegen die nebengeschalteten Hunderter das gewünschte Verhältnis geben. Die Correctionen sind ähnlich wie oben.

Digitized by Google

Alle erforderlichen Vergleichungen lassen sich mittels eines Interpolationsverfahrens in weniger als 5 Minuten ausführen. Dies ist für feine Messungen von Bedeutung, denn andernfalls lässt die unvermeidliche Temperaturänderung sich nicht genau controliren.

Auch für gewöhnliche Rheostatenzwecke leistet diese Anordnung mehr als es auf den ersten Blick scheinen wird. Aus 10 gleichen Widerständen lassen sich nämlich innerhalb des Intervalles 1 zu 100 94 verschiedene Widerstände durch geeignete Combination herstellen.[1]) Die Hinzunahme der anderen Gruppen in Hinter- oder Nebenschaltung vermehrt die Anzahl der Combinationen natürlich noch sehr vielfach, so dass man die meisten Widerstände genähert zur Verfügung hat. Eine übersichtliche Tabelle für die möglichen Combinationen ist leicht aufzustellen.

Es kann natürlich gar nicht die Rede davon sein, die bequeme Siemens'sche Anordnung für die gewöhnlichen Zwecke zu ersetzen; aber wenn die Genauigkeit sehr weit

---

1) Die Hunderter liefern z. B. unter Weglassung späterer Dezimalen

10,0	53,3	112	175	267	375	533
11,1	58,3	114	183	270	383	550
12,5	62,5	117	200	275	400	583
14,3	64,3	120	208	283	417	600
16,7	66,7	125	212	300	420	625
20,0	70,0	133	214	314	425	633
25,0	75,0	145	217	317	433	650
33,3	83,3	150	220	320	450	700
40,0	91,7	153	225	325	467	733
41,7	100,0	158	233	333	475	750
45,0	103,3	164	250	350	483	800
47,6	108,3	167	253	358	500	850
50,0	111,1	170	258	367	520	900
				370	525	1000.

Die Einer geben alle Hundertel hiervon, die Zehntausender die hundertfachen Beträge.

getrieben werden soll, so wird unsere Anordnung erheblich mehr leisten können.

Vorteile der Anordnung. Die Widerstandsvergleichung verfügt über Mittel, welche denen der Wägung an Genauigkeit mindestens ebenbürtig sind; Rheostaten lassen sich auch mit derselben Genauigkeit abgleichen wie Gewichtsätze. Trotzdem ist man praktisch selten in der Lage, mittels des Rheostaten eine auf $^1/_{10000}$ verbürgte Widerstandsbestimmung ausführen zu können. Die Ursachen davon liegen bekanntlich in folgenden Umständen.

1) Die Temperatur der Drahtrollen folgt der Lufttemperatur nur langsam. Selbst mit Anwendung eines Thermometers im Kasten ist man bei unseren wechselnden Verhältnissen der Zimmertemperatur oft um 1^0 oder mehr unsicher. 2) Dieser Nachteil wird bedeutend erschwert dadurch, dass Rollen verschiedener Dicke und sonstiger Beschaffenheit eine ungleiche Temperaturverzögerung erleiden. 3) Die Ströme erwärmen die Rollen. Gegen die Anwendung sehr dicker Drähte sprechen die Hindernisse 1 und 2. 4) Die kleinen und die grossen Widerstände werden nicht aus derselben Drahtsorte hergestellt und zeigen factisch oft Unterschiede der Temperaturcoefficienten von 0,0001. Hieraus entspringen, wenn man die Unterschiede nicht beachtet, leicht relative Fehler bis zu $^1/_{1000}$. 5) Der Widerstand der Rollen ändert sich mit der Zeit und jedenfalls bei verschiedenen Drahtsorten und Wickelungen ungleich stark. 6) Die Stöpselschaltung, die vorzüglich ist, wenn eine Genauigkeit auf 0,001 Ohm genügt, muss sehr sorgfältig behandelt werden, wenn man 0,0001 Ohm anstrebt. Schon die grosse Temperaturausdehnung des Hartkautschuks, welche die Form der Löcher verändert, bedingt eine Fehlerquelle. 7) Hierzu kommen bei den älteren Anordnungen noch die unter Umständen beträchtlichen Fehler der Zuleitung durch gemeinsame Stifte, auf welche Dorn aufmerksam gemacht hat.

Die oben beschriebene Anordnung bietet offenbar folgende Vorzüge: Es gibt vor allem nur drei Gruppen verschiedener Rollen. In jeder Gruppe sind alle Rollen gleich beschaffen und dürfen bezüglich Temperaturverzögerung und Temperaturcoefficient als gleich betrachtet werden. Indem ferner für kleine Widerstände die Nebenschaltung verwendet wird, hat man den Vorteil einer grösseren Masse und trotzdem einer relativ grossen Oberfläche. Die Temperatur folgt der Umgebung rascher als bei Anwendung einzelner dicker Rollen, die Stromwärme ist vermindert.[1])

Dann aber kann man leichter als bei dem gewöhnlichen Rheostaten die Vergleichung der Widerstände untereinander ausführen. Ja, wenn der Rheostat einmal calibrirt worden ist, so genügt, um die temporären Störungen durch den Temperaturwechsel zu eliminiren, eine gegenseitige Vergleichung der 3 Gruppen, welche auf nur zwei Untersuchungen gleicher Widerstände zurückkommt, um alles vergleichbar zu machen.

Als letzter Vorteil der Anordnung bietet sich noch die Verwendbarkeit aller Widerstände einzeln oder in beliebiger gegenseitiger Verbindung dar. Die modernen galvanischen Messungsmethoden benutzen sehr oft Verzweigungen. Die Aufgabe z. B., eine Säule durch einen grossen Widerstand zu schliessen und an einen genau bekannten Teil der Schliessung eine Abzweigung anzulegen, die selbst wieder einen bekannten Widerstand enthält, lässt sich mit einem gewöhn-

1) Z. B. ist das aus den Einern nebeneinander hergestellte Zehntel äquivalent einem solchen aus Draht von 10 qmm Querschnitt, den man als Ganzes überhaupt kaum verwenden könnte. Will man einen Einer von grossem Querschnitt haben, so kann man 9 Einer zu 3 Gruppen von je 3 verbinden. — Der aus den 10 Hundertern gebildete Zehner verträgt einen Strom von 0,2 Am eine Viertelstunde lang, ohne sich um mehr als $^1/_{10000}$ zu ändern.

lichen Rheostaten nicht erfüllen,[1]) während bei unserer Anordnung eine ganz beliebige Combination möglich ist.

Auch Stöpsel kann man leicht ebenso anordnen; doch ist der Widerstand der Ueberleitung etwas grösser und unsicherer. Ich fand bei einem Siemens'schen Rheostaten den Widerstand eines Stöpsels etwa $= {}^1/_{6000}$, während derjenige eines amalgamirten Kupferbügels nur ${}^1/_{20000}$ Ohm betrug.

Formeln für Widerstände im Nebenschluss mit Rücksicht auf die Verbindungswiderstände.

Wenn auch die Bügelwiderstände sehr klein sind, so können sie bei der Verbindung kleiner Stücke doch merklich werden. Bei Hinterschaltung ist hierüber nichts zu bemerken, für Nebenschaltung will ich noch eine Formel geben, welche diesem Umstande Rechnung trägt.

Es mögen k gleiche Widerstände w im Nebenschluss verbunden sein. Jedes Verbindungsstück zwischen benachbarten Endpuncten habe den Widerstand γ, welcher gegen w klein sein soll. Die Zuleitung des Stromes geschehe am m^{ten} Widerstande von dem einen Ende des Systems gezählt, am m'^{ten} von dem anderen Ende gezählt.

Ebenso geschehe die Ableitung am n^{ten} bez. dem n'^{ten} Widerstande. Es ist also

$$m + m' = n + n' = k + 1.$$

Heisst allgemein das Potential an der Eintrittsstelle in einen der Zweigwiderstände V, an der Austrittsstelle P, so

1) Ich möchte in dieser Hinsicht eine kleine Aenderung der gebräuchlichen Anordnung vorschlagen, nämlich zwischen die einzelnen Dekaden (Zehntel und Einer, Einer und Hunderter u. s. w.) je eine Unterbrechung mit Stöpselloch einzuschieben und den anstossenden Klötzen besondere Klemmverbindungen zu geben. Die Rheostaten werden hierdurch viel ausgiebiger verwendbar.

ist die Stromstärke in diesem Zweige $= (V - P)/w$. Die ganze Stromstärke sei $= J$, so ist offenbar

$$J = \frac{1}{w} (\Sigma V - \Sigma P).$$

Nun bezeichne V_1 das Potential an der Eintrittsstelle des Hauptstromes in das System, P_1 dasjenige an der Austrittsstelle. Unter der Annahme, dass die Ueberleitungswiderstände γ als Correctionsgrössen behandelt werden können, werden die übrigen Potentiale an den Enden der nebengeschalteten Widerstände w leicht folgendermassen gefunden. Setzt man zur Abkürzung

$$i = \frac{J}{k},$$

so fliesst von der Eintrittsstelle V_1 aus nach derjenigen Seite, auf welcher noch $m-1$ Widerstände liegen, durch den nächsten Verbindungswiderstand γ ein Strom nahe gleich $(m - 1)\,i$. Das Potential an der nächsten Eintrittsstelle in einen Widerstand w ist also $V_2 = V_1 - (m - 1)\,i\gamma$. Von dort geht durch den zweiten Widerstand γ ein Strom nahe gleich $(m - 2)\,i$. Das Potential an der zweitnächsten Eintrittsstelle in einen Zweigwiderstand ist also

$$V_3 = V_2 - (m-2)\,i\gamma = V_1 - [(m-1) + (m-2)]\,i\gamma$$

und so weiter bis zur letzten Stelle V_m. Man hat also

$$\begin{aligned}
V_1 &= V_1 \\
V_2 &= V_1 - (m - 1)\,i\gamma \\
V_3 &= V_1 - [(m - 1) + (m - 2)]\,i\gamma \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots \\
V_{m-1} &= V_1 - [(m - 1) + (m - 2) + \ldots + 2]\,i\gamma \\
V_m &= V_1 - [(m - 1) + (m - 2) + \ldots + 2 + 1]\,i\gamma.
\end{aligned}$$

Die Summe ist also

$$V_1 + V_2 + \ldots + V_m =$$
$$= m V_1 - [(m-1)^2 + (m-2)^2 + \ldots + 2^2 + 1^2] i\gamma$$
$$= m V_1 - \frac{m(m-1)(2m-1)}{6} i\gamma.$$

Ebenso erhält man nach der anderen Seite der Eintrittsstelle V_1 bis zum Potential $V_{m'}$

$$V_1 + V_2 + \ldots + V_{m'} = m' V_1 - \frac{m'(m'-1)(2m'-1)}{6} i\gamma.$$

Die ganze Summe der Potentiale V wird, da

$$m + m' - 1 = k,$$

$$\Sigma V = k V_1 - \frac{m(m-1)(2m-1) + m'(m'-1)(2m'-1)}{6} i\gamma.$$

Gerade so erhält man auf der Austrittsseite des Stromes

$$\Sigma P = k P_1 - \frac{n(n-1)(2n-1) + n'(n'-1)(2n'-1)}{6} i\gamma.$$

Die Stromstärke J wird hiernach erhalten

$$J = \frac{1}{w}(\Sigma V - \Sigma P) = \frac{k}{w}(V_1 - P_1)$$
$$- \frac{m(m-1)(2m-1) + \ldots + n(n-1)(2n-1) + \ldots}{6w} i\gamma.$$

Ersetzt man hierin i wieder durch J/k, so wird

$$J\left(\frac{w}{k} + \frac{\gamma}{6k^2}\left[\begin{matrix} m(m-1)(2m-1) + m'(m'-1)(2m'-1) \\ + n(n-1)(2n-1) + n'(n'-1)(2n'-1) \end{matrix}\right]\right)$$
$$= V_1 - P_1.$$

Bezeichnet man den Gesammtwiderstand des Systems mit W, so bedeutet dies die Beziehung

$$JW = V_1 - P_1.$$

Daher ist der Faktor von J in obiger Gleichung = W, also

$$W = \frac{w}{k} + \frac{\gamma}{6k^2}\left[\begin{matrix} m(m-1)(2m-1) + m'(m'-1)(2m'-1) \\ + n(n-1)(2n-1) + n'(n'-1)(2n'-1) \end{matrix}\right].$$

Oder auch, weil $m + m' = n + n' = k + 1$ ist,

$$W = \frac{w}{k} + \gamma \frac{(k+1)(2k-3m-3n+1) + 3(m^2+n^2)}{3k}.$$

Da w/k den Widerstand des Ganzen ohne Rücksicht auf die Ueberleitungswiderstände bedeutet, so gibt das zweite Glied die von den letzteren herrührende Zunahme des Gesammtwiderstandes an.

In dem speciellen Falle, dass die Strom-Zuleitung und Ableitung in die äussersten Verzweigungsstellen erfolgt, und zwar gleichgiltig ob an demselben oder an entgegengesetzten Enden, ist $m = n = k$, $m' = n' = 1$ und man hat

$$W = \frac{w}{k} + \gamma \frac{(k-1)(2k-1)}{3k}.$$

Wird in der Mitte zu- und abgeleitet, so ist $m = m' = n = n' = \frac{1}{2}(k+1)$ und es wird

$$W = \frac{w}{k} + \gamma \frac{k^2-1}{6k}.$$

Für eine grosse Anzahl k von nebengeschalteten Widerständen ist das Correctionsglied also bei Zuleitung in der Mitte 4 mal kleiner als bei Zuleitung an den Enden.

Bei unserem Rheostaten wird, wenn man alle Widerstände nebeneinander verbindet, die Correction in ihrem grösstmöglichen Betrage = 0,00028 Ohm, kommt also bei den Einern allerdings noch in Betracht.

Ueber die Berechnung der Fernwirkung eines Magnets.

Von Friedrich Kohlrausch.

(Eingelaufen 5. Februar.)

Wenn man, um den Erdmagnetismus oder den Magnetismus eines Stabes zu bestimmen, ein Magnetometer nach den Gauss'schen Vorschriften aus mehreren Entfernungen ablenkt, so genügt die Beobachtung aus zwei Entfernungen und die Rechnung nach der Gauss'schen Formel nicht immer den Ansprüchen an die Genauigkeit. Eine dritte Entfernung hinzuzunehmen ist aber mindestens in der Beobachtung und Rechnung umständlich; ohne besondere Vorsicht kann man dadurch sogar zu grösserer Ungenauigkeit geführt werden.

Ich glaube, dass eine kleine Abänderung der Rechnung für den Fall, dass man mit einer kurzen Magnetometernadel arbeitet, diesen Uebelstand grossenteils beseitigen kann.

Ein gestreckter Magnet sei dadurch definirt, dass er auf dem Längenelement dx die Menge $f(x)\,dx$ freien Magnetismus habe. x werde von der Mitte an gerechnet. Setzt man das über die ganze Länge ausgedehnte Integral

$$\int f(x)\, x^n\, dx = M_n, \qquad (1)$$

so wird die Kraft des Magnets auf einen Einheitspol im Abstande a von der Mitte des Magnets,

wenn der Pol in der verlängerten Axe des Magnets liegt (erste Gauss'sche Hauptlage)

$$k_1 = \frac{2M}{a^3}\left(1 + \frac{2}{a^2}\frac{M_3}{M} + \frac{3}{a^4}\frac{M_5}{M} \ldots\right); \qquad (2, 1)$$

wenn der Pol in der Senkrechten auf dem Mittelpunct der magnetischen Axe liegt (zweite Hauptlage)

$$k_{II} = \frac{M}{a^3}\left(1 - \frac{3}{2}\frac{1}{a^2}\frac{M_3}{M} + \frac{15}{8}\frac{1}{a^4}\frac{M_5}{M}\ldots\right). \quad [1] \qquad (2, II)$$

$M = \int f(x)\, x\, dx$ bedeutet das magnetische Moment des Stabes.

Wir nehmen andrerseits einen schematischen Magnet mit punctförmigen Polen an. l sei der Abstand dieser Pole von einander. Dann hat man bekanntlich

$$k_I = 2\frac{M}{a^3}\left(1 - \frac{1}{4}\frac{l^2}{a^2}\right)^{-2} = 2\frac{M}{a^3}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{l^2}{a^2} + \frac{3}{16}\frac{l^4}{a^4}\ldots\right)$$

$$k_{II} = \frac{M}{a^3}\left(1 + \frac{1}{4}\frac{l^2}{a^2}\right)^{-\frac{3}{2}} = \frac{M}{a^3}\left(1 - \frac{3}{8}\frac{l^2}{a^2} + \frac{15}{128}\frac{l^4}{a^4}\ldots\right).$$

Will man den wirklichen Magnet in der Rechnung durch einen solchen schematischen Magnet ersetzen, so wählt man den Polabstand l so, dass das erste Correctionsglied mit a^{-2} dadurch den richtigen Wert bekommt. Man erhält also, und zwar für Wirkungen aus beiden Hauptlagen identisch, die Beziehung

$$l^2 = 4\frac{M_3}{M} \qquad l = 2\sqrt{\frac{M_3}{M}}.$$

Zugleich wollen wir aber auch denjenigen „Polabstand" berechnen, welcher das zweite Correctionsglied mit a^{-4} auf seinen richtigen Wert bringen würde. Zur Unterscheidung

---

1) Vgl. z. B. Lamont, Hdb. d. Erdmagnetismus, Berlin 1849, S. 22. Diese Formeln setzen bekanntlich voraus, falls der Stab nicht ganz symmetrisch magnetisirt ist, dass man denselben ausser der einen Beobachtung noch mit verkehrten Polen benutzt und aus den beiden in diesen Lagen ausgeübten Kräften das Mittel nimmt. Dies geschieht ja bei allen Messungen.

heisse dieser Polabstand l_2. Wir erhalten, wieder für beide Hauptlagen identisch

$$l_2^2 = 16\,\frac{M_5}{M} \qquad l_2 = 2\sqrt{\frac{M_5}{M}}.$$

Van Rees hat einige Magnete auf die Verteilung des freien Magnetismus untersucht.[1]) Er stellt seine Beobachtungen in der Weise dar, dass er das magnetische Moment des Stabelementes $dx = [a - b\,(\mu^x + \mu^{-x})]\,dx$ setzt. a, b und μ sind Constanten des Stabes, x ist der Abstand des betr. Längenelementes von der Stabmitte.

Die Dichte des freien Magnetismus auf dem Querschnitte x des Stabes findet man hieraus durch Differentiation, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen

$$f(x) = b\,\varepsilon\,(\mu^x - \mu^{-x}),$$

wo $\varepsilon = \log \text{nat}\,\mu$ ist. Ausserdem bleibt an den Stabenden noch die Menge s freien Magnetismus

$$s = a - b\,(\mu^l + \mu^{-l}),$$

wo $l = \frac{1}{2}L$ die halbe Stablänge bedeutet.

Hieraus erhält man

$$\tfrac{1}{2}M = l\,s + \int_0^l x\,f(x)\,dx$$

$$= l\,s + b\left[l\,(\mu^l + \mu^{-l}) - \frac{\mu^l - \mu^{-l}}{\varepsilon}\right].$$

---

1) Van Rees, Pogg. Ann. Bd. 74 S. 219, 1848. Den ersten dieser Stäbe hat schon Riecke als Beispiel für seine theoretischen Untersuchungen über Magnetpole benutzt und die dem ersten Correctionsgliede entsprechende Grösse f berechnet. Wied. Ann. Bd. 8 S. 318. 1879.

$$\tfrac{1}{2} M_3 = l^3 s + \int_0^l x^3 f(x)\, dx$$

$$= l^3 s + b\left[\left(l^3 + \frac{6}{\varepsilon^2} l\right)\left(\mu^l + \mu^{-l}\right) - \left(\frac{3}{\varepsilon} l^2 + \frac{6}{\varepsilon^3}\right)\left(\mu^l - \mu^{-l}\right)\right]$$

$$\tfrac{1}{2} M_5 = l^5 s + \int_0^l x_5 f(x)\, dx$$

$$= l^5 s + b\left[\left(l^5 + \frac{20}{\varepsilon^2} l^3 + \frac{120}{\varepsilon^4} l\right)\left(\mu^l + \mu^{-l}\right) - \left(\frac{5}{\varepsilon} l^4 + \frac{60}{\varepsilon^3} l^2 + \frac{120}{\varepsilon^5}\right)\left(\mu^l - \mu^{-l}\right)\right].$$

Van Rees gibt die Constanten a, log b und log μ; ε und s sind hieraus berechnet.

Stab	Dicke cm	Länge cm	a	log b	log μ	ε	s
I	2,0	50,0	1,48648	9.69062-10	.01590	0,03661	0,06512
II	2,6	62,5	0,58646	8.97883	.02348	0,05406	0,05297
III	1,65	80,2	0,46658	8.14700	.03695	0,08508	0,03668.

Dies eingesetzt berechne ich die Polabstände l und l_2 und ihr Verhältnis zur Stablänge L

Stab	L cm	l cm	l_2	l/L	l_2/L	l_2/l
I	50,0	41,2	42,9	0,824 [1])	0,858	1,04
II	62,5	52,2	54,0	0,835	0,865	1,04
III	80,2	69,1	72,1	0,861	0,899	1,04.

Ich nehme noch die Verteilungsweisen $f(x) = c \cdot x$ oder $\pm c \cdot x^2$, $c \cdot x^3$, $\pm c \cdot x^4$, ohne besondere Pole an den Stabenden. Hierfür berechnet sich

1) Diese Zahl ist schon von Riecke berechnet worden.

f(x)	l/L	l_2/L	l_2/l
$c \cdot x$	0,775	0,809	1,04
$\pm c \cdot x^2$	0,816	0,841	1,03
$c \cdot x^3$	0,845	0,863	1,02
$\pm c \cdot x^4$	0,866	0,880	1,01.

Von den letzteren Formeln dürfte $c \cdot x^2$ sich durchschnittlich von der Wirklichkeit am wenigsten entfernen. Unter den Rees'schen Magneten weicht der Stab III, dessen Länge 50 mal die Dicke übertrifft, von den gebräuchlichen Formen stark ab.

Aus diesen Zahlenzusammenstellungen folgt zweierlei:

1) Für die den gewöhnlichen Verhältnissen nächststehenden Verteilungsweisen des Magnetismus in einem Stabe ist der aus dem ersten Correctionsglied abgeleitete „Polabstand" l nahe 0,83 = 5/6 der Länge L. Selbst beträchtliche Aenderungen in der Annahme der Verteilung lassen das Verhältnis in den Grenzen 4/5 und 7/8 bleiben. Die bisher ausgeführten Messungen von Polabständen durch Schneebeli, v. Helmholtz, Töpler, sowie von Hallock und mir haben in der That Werte innerhalb dieser Grenzen gegeben.

2) Der für das zweite Correctionsglied einzusetzende Polabstand l_2 weicht von dem aus dem ersten Gliede abgeleiteten nur wenig ab. Für genaue Rechnungen wird es wahrscheinlich stets genügen, l_2 um $^1/_{30}$ grösser zu nehmen als l. Für die weitaus häufigsten Zwecke aber wird dieser kleine Unterschied ganz unwesentlich sein[1]) und man kann

1) Bei Magnetometerablenkungen wird man die kleinste Entfernung a mindestens wohl gleich dem Vierfachen des Polabstandes setzen dürfen. Die Vernachlässigung des Gliedes mit l^4/a^4 kann hier einen Fehler von $^1/_{1000}$ bewirken und ist, wie schon Lamont bemerkte, keineswegs immer gestattet. Vgl. auch Riecke l. c. S. 325. Der Unterschied von $^1/_{10000}$ aber, der bei der Ersetzung von l_2 durch l entsteht, wird in den seltensten Fällen irgend eine Bedeutung haben.

beide Glieder mit dem für das erste geltenden Polabstande l berechnen.

3) Das letztere führt dann aber zu einer sehr übersichtlichen Berechnungsweise, denn es heisst, dass man punctförmige Pole annehmen darf. Somit würden die Fernwirkungen k nach den Formeln zu berechnen sein

1. HL. 2. HL.

$$k_I = 2\frac{M}{a^3}\left(1-\tfrac{1}{4}\frac{l^2}{a^2}\right)^{-2} \qquad k_{II} = \frac{M}{a^3}\left(1+\tfrac{1}{4}\frac{l^2}{a^2}\right)^{-2/3}. \quad (3).$$

Anwendung auf die Beobachtungen. Es werde zunächst die gewöhnliche Gauss'sche Anordnung vorausgesetzt, bei welcher die Ablenkungen φ_1 und φ_2 eines Magnetometers aus den zwei Abständen a_1 und a_2 beobachtet werden. Der Polabstand l' der Nadel sei hinreichend klein, dass Glieder über l'^2/a^2 nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Aus den Formeln 3 lässt sich leicht ableiten, dass man das Verhältnis des Stabmagnetismus M zum Erdmagnetismus H zu berechnen hat $M/H =$

Erste HL. Zweite HL.

$$\tfrac{1}{2}\left\{\frac{a_1^2-a_2^2}{\sqrt{\frac{a_1}{\operatorname{tg}\varphi_1}}-\sqrt{\frac{a_2}{\operatorname{tg}\varphi_2}}}\right\}^2 \qquad \left\{\frac{a_1^2-a_2^2}{\operatorname{tg}\varphi_1^{-2/3}-\operatorname{tg}\varphi_2^{-2/3}}\right\}^{3/2}. \quad (4)$$

Man hat hier freilich nicht wie bei Gauss denselben Ausdruck für beide Lagen[1]), aber hierauf kommt doch in Anbetracht der grösseren Genauigkeit unserer Ausdrücke nichts an.

---

1) Gauss hat, vom Factor 1/2 abgesehen, für beide Fälle den Ausdruck $M/H = (a_1^5 \operatorname{tg}\varphi_1 - a_2^5 \operatorname{tg}\varphi_2)/(a_1^2 - a_2^2)$.

Sollen die Polabstände aus diesem Versuche ein für allemal bestimmt werden, um künftig nur einer Beobachtung aus einem Abstande zu bedürfen, so findet man

$$\text{Erste HL.} \qquad l^2 - \tfrac{3}{2} l'^2 = 4 \frac{\sqrt{a_1{}^3 \operatorname{tg}\varphi_1} - \sqrt{a_2{}^3 \operatorname{tg}\varphi_2}}{\sqrt{\frac{\operatorname{tg}\varphi_1}{a_1}} - \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\varphi_2}{a_2}}}$$

$$\text{Zweite HL.} \qquad l^2 - 4l'^2 = 4 \frac{a_1{}^2 \operatorname{tg}\varphi_1{}^{2/3} - a_2{}^2 \operatorname{tg}\varphi_2{}^{2/3}}{\operatorname{tg}\varphi_2{}^{2/3} - \operatorname{tg}\varphi_1{}^{2/3}}. \qquad (5)$$

Hieraus, oder wenn l und l' anderweitig bekannt sind [1]), findet sich aus einer zu dem Abstande a beobachteten Ablenkung φ

$$\text{Erste HL.} \quad \frac{M}{H} = \tfrac{1}{2} a^3 \operatorname{tg}\varphi \left(1 - \tfrac{1}{4} \frac{l^2 - \frac{3}{2} l'^2}{a^2}\right)^2$$

$$\text{Zweite HL.} \quad \frac{M}{H} = a^3 \operatorname{tg}\varphi \left(1 + \tfrac{1}{4} \frac{l^2 - 4l'^2}{a^2}\right)^{3/2}. \qquad (6)$$

Scheibenförmige Magnetnadeln. Magnetisirte vertical hängende Stahlspiegel sind für kleine Magnetometer bequem. Die Formeln 4 oder auch 5 und 6 im Zusammen-

1) Ist die Nadel nicht so kurz, dass man die höheren Glieder vernachlässigen darf, so werden auch für diese Correction am besten die Formeln benutzt (vgl. z. B. Riecke l. c. S. 325), die sich auf punctförmige Pole beziehen.

Es wird vorgeschlagen, den Polabstand aus den Convergenzpuncten der Kraftlinien des Magnets, die man mittels Eisenstaub bestimmt, zu ermitteln. Dies würde freilich bequem sein; aber um das Verfahren zu rechtfertigen, müsste zuerst nachgewiesen werden, dass die genannten Schnittpuncte praktisch für die Fernpole gesetzt werden können. Theoretisch ist dies bekanntlich im allgemeinen nicht der Fall.

hange kann man natürlich hier ohne weiteres anwenden. Hat man aber z. B. einen Magnetstab, dessen Polabstand anderweitig bekannt ist, so wird man wünschen, die Correction wegen der Ausdehnung der Magnetnadel selbständig zu kennen. Man wird dieselben für kleine Scheiben meistens genügend genau folgendermassen schätzen können.

Wir nehmen einen Kreis vom Halbmesser ϱ gleichförmig magnetisirt an. Der freie Magnetismus befindet sich dann auf dem Umfange des Kreises und das Längenelement ds des letzteren wird eine Menge $\pm c\,ds \cdot dy/ds = \pm c\,dy$ enthalten, wenn y den Abstand des Elementes ds von dem horizontalen Durchmesser der Scheibe bedeutet, welcher letztere die magnetische Axe darstellt. Das magnetische Moment der Scheibe ist dann

$$M' = \int_{-\varrho}^{\varrho} 2\sqrt{\varrho^2 - y^2}\, c\,dy = c\varrho^2\pi. \qquad (7)$$

Erste Hauptlage. Auf diese Nadel wirke ein Magnet, der im Abstande a von derselben in der Senkrechten auf ihrem Mittelpuncte liege. Die Kraft des Magnets auf einen Einheitspol im Mittelpuncte der Nadel sei $= k_I$. Die zur Scheibenebene senkrechte Componente der Kraft, welche der Magnet auf das Element $c\,dy$ des freien Magnetismus ausübt, ist dann, unter Vernachlässigung höherer Potenzen von ϱ/a, gleich [1])

$$k_I \left(1 - 3\frac{\varrho^2}{a^2}\right) c\,dy.$$

1) Der Magnet M werde in zwei Componenten $M\cos\varphi$ und $M\sin\varphi$ zerlegt, wo $\sin\varphi = \varrho/\sqrt{a^2+\varrho^2}$. Die erstere Componente übt aus 1. HL. eine Kraft auf ein magnetisches Teilchen 1 in der Peripherie des Kreises aus, die wir, weil in dieser Correction der Magnet als kurz betrachtet werden kann, schreiben dürfen $= 2M\cos\varphi \cdot (a^2+\varrho^2)^{-3/2}$. Die zur Scheibe senkrechte Componente dieser Kraft ist $2M\cos^2\varphi \cdot (a^2+\varrho^2)^{-3/2}$. Ebenso rührt von der anderen Magnetcomponente her $-M\sin^2\varphi \cdot (a^2+\varrho^2)^{-\frac{3}{2}}$. Beide zusammen geben also

Der Correctionsfactor $1 - 3\varrho^2/a^2$ ist offenbar für alle Puncte der Peripherie derselbe und muss also auch für das gesammte auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment gelten. Das letztere ist also gleich

$$k_I M' \left(1 - 3\frac{\varrho^2}{a^2}\right). \qquad (8\,I)$$

Zweite Hauptlage. Der Magnet steht senkrecht zum Meridian. Die vom Magnet auf einen Einheitspol im Mittelpuncte der Kreisscheibe ausgeübte Kraft heisse k_{II}. Ein Element freien Magnetismus $c\,dy$ oder $c\,dx \cdot x/\sqrt{\varrho^2 - x^2}$ mit der Abscisse x erfährt dann eine Kraft =

$$\varkappa = k_{II} \cdot c\,dx \frac{x}{\sqrt{\varrho^2 - x^2}} \frac{a^3}{(a^2 + \varrho^2 - 2ax)^{3/2}}.$$

Das in derselben Horizontalen gegenüberliegende ebensogrosse Element erhält die Kraft

$$\varkappa' = k_{II} \cdot c\,dx \frac{x}{\sqrt{\varrho^2 - x^2}} \frac{a^3}{(a^2 + \varrho^2 + 2ax)^{3/2}}.$$

Das von diesen beiden Teilen herrührende Drehungsmoment ist $= (\varkappa + \varkappa')\,x$, wofür man durch Reihenentwicklung findet

$$2k_{II}\,c \left(1 - \tfrac{3}{2}\frac{\varrho^2}{a^2}\right)\left(1 + \frac{15}{2}\frac{x^2}{a^2}\right)\frac{x^2\,dx}{\sqrt{\varrho^2 - x^2}}.$$

Das Integral dieses Ausdruckes von $-\varrho$ bis ϱ genommen gibt das gesammte Drehungsmoment. Man findet mit erlaubten Kürzungen

$$k_{II} \cdot c\varrho^2 \pi \cdot \left(1 - \frac{3}{2}\frac{\varrho^2}{a^2}\right)\left(1 + \frac{45}{8}\frac{\varrho^2}{a^2}\right) = k_{II} \cdot M' \left(1 + \frac{33}{8}\frac{\varrho^2}{a^2}\right). \quad (8\,II)$$

$M(a^2 + \varrho^2)^{-\frac{3}{2}}(2\cos^2\varphi - \sin^2\varphi) = 2Ma^{-3}(1 - \frac{3}{2}\varrho^2/a^2)(1 - \frac{3}{2}\sin^2\varphi)$. Nun für $\sin\varphi$ seinen Wert eingesetzt und ϱ^4/a^4 vernachlässigt, erhält man $2Ma^{-3}(1 - 3\varrho^2/a^2)$.

Was die Grösse ϱ anlangt, so haben Hallock und ich gefunden, dass bei der Anwendung einer Stahlscheibe vom Durchmesser d in der Tangentenbussole der freie Magnetismus im Abstande $\varrho = 0{,}40 \cdot d$ von dem Mittelpuncte anzunehmen war[1]).

Man wird nicht weit fehlgreifen, wenn man diese Annahme auf unseren Fall überträgt. Thut man dies, so beträgt also der Correctionsfactor wegen der Dimensionen der Scheibe für das aus einem Abstande a durch einen Magnet ausgeübte Drehungsmoment

$$\begin{aligned} &\text{erste HL.} \quad 1 - 3\frac{\varrho^2}{a^2} = 1 - 0{,}48\,\frac{d^2}{a^2} \\ &\text{zweite HL.} \quad 1 + \frac{33}{8}\frac{\varrho^2}{a^2} = 1 + 0{,}66\,\frac{d^2}{a^2}, \end{aligned} \tag{9}$$

also die Coefficienten nahe gleich $^1/_2$ bez. $^2/_3$.

Vergleicht man diese Ausdrücke mit denjenigen für gestreckte Nadeln vom Polabstande l', nämlich $1 - {}^3/_4\, l'^2/a^2$ und $1 + {}^3/_2\, l'^2/a^2$, so sieht man $0{,}48\, d^2$ statt ${}^3/_4\, l'^2$ und $0{,}66\, d^2$ statt ${}^3/_2\, l'^2$ eintreten.

Man kann also die dort gegebenen Ausdrücke (Gl. 6) auch auf die Scheibennadeln vom Durchmesser d anwenden, wenn man als „Polabstand" einer Scheibennadel einsetzt

in erster HL. $\quad l' = 0{,}80 \cdot d$
in zweiter HL. $\quad l' = 0{,}66 \cdot d.$

Diese Betrachtung beansprucht natürlich nichts weiter, als in Ermangelung exacter Angaben eine ungefähre Schätzung der für Scheibennadeln aus ihren Dimensionen entspringenden Correctionen zu geben. Für kleine Scheiben wird dieselbe häufig ausreichend genau sein.

1) Wied. Ann. Bd. 22 S. 411. 1884.

Katoptrische Eigenschaften der Flächen 2. Grades.

Von S. Finsterwalder.

(Eingelaufen 5. Februar.)

In einer Reihe von Untersuchungen[1]) hat Herr Staude die Focaleigenschaften der Flächen 2. Grades mit Zuhilfenahme der hyperelliptischen Integrale behandelt und dabei schöne Resultate, darunter namentlich eine neue und elegante Fadenconstruction des Ellipsoides, erhalten. Ich habe später gezeigt, dass sich diese Construction unter Benützung einfacher, der Optik entnommener Vorstellungen auf rein geometrischem Wege beweisen lässt und dann gleichsam als Ausfluss einer katoptrischen Eigenschaft der Flächen 2. Grades erscheint.[2]) Staude hat nun neuerdings auf eine weitere katoptrische Eigenschaft des Ellipsoides aufmerksam gemacht, deren erster Teil darin besteht, dass Strahlen, die von einem innerhalb des Ellipsoides gelegenen Punkte der Focalhyperbel ausgehen, sich nach dreimaliger Reflexion: zuerst an der (als spiegelnden Draht gedachten) Focalellipse, dann an der Focalhyperbel und endlich an der Innenseite des Ellipsoides wieder in Punkten der Focalellipse sammeln.[3]) Diese Eigenschaft beruht gleich jener früheren auf einem speciellen Fall eines sehr leicht zu beweisenden Satzes, mit dem sich der

1) Mathematische Annalen, Bd. XX u. XXI.

2) Mathematische Annalen, Bd. XXVI.

3) Mathematische Annalen, Bd. XXVII. pg. 417.

§ 1 der folgenden Untersuchung beschäftigt. Der § 2 soll die Anwendbarkeit dieses Satzes auf das in dieser Allgemeinheit noch nicht behandelte Problem der Reflexion eines Strahlenbündels an einer spiegelnden Fläche 2. Grades zeigen und die Erweiterung eines von Lindelöf für die Reflexion von Strahlen parallel zur Achse eines spiegelnden Ellipsoides gefundenen Satzes[1]) bieten. Im § 3 endlich wird durch Hereinziehung der bekannten, auf Quetelet und Malus zurückreichenden Construction einer Wellenfläche des Systems der reflectierten Strahlen der strenge Beweis dafür gegeben, dass gewisse, in § 2 anftretende Curven Rückkehrkanten der Brennfläche des Systems der reflectierten Strahlen sind. Damit ist ein erster Beitrag zur gestaltlichen Untersuchung jener Brennflächen geleistet.

§ 1.

1) Der Tangentialkegel K, welcher von einem Punkte P ausserhalb einer Fläche 2. Grades E an diese gelegt werden kann, hat die Normalen zu den drei zu E confocalen Flächen, die durch P gehen, zu Achsen und die Tangentialebenen in P an dieselben drei Flächen zu Hauptebenen.[2])

2) Wenn sich zwei Tangentialebenen eines Kegels 2. Ord. in einer Geraden einer der Hauptebenen des Kegels schneiden, so halbiert die zu dieser Hauptebene senkrechte Achse sowohl den Winkel der beiden Tangentialebenen, als auch den Winkel der beiden Berührlinien, mit welch' letzteren sie zugleich in einer Ebene liegt.

3) Berücksichtigt man, dass die Hauptebenen des Kegels K Tangentialebenen der drei zu E confocalen Flächen sind, so kann man den folgenden Satz aussprechen:

Zwei Tangentialebenen einer Fläche 2. Grades E, welche

1) Vergl. das Citat bei § 2., 1).

2) Vergl. Salmon-Fiedler Analytische Geometrie des Raumes. I. Teil. pg. 213.

sich in einer Tangente T einer zu E confocalen Fläche F schneiden, liegen symmetrisch zur Normale N auf F im Berührpunkte P von T.

Die Linien, welche P mit den Berührpunkten der Tangentialebenen an E verbinden, liegen mit N in einer Ebene und ihr Winkel wird von N halbiert.

4) Denken wir uns irgend eine developpable Fläche D_1 der Fläche E umschrieben und ihren Schnitt S mit einer zu E confocalen Fläche F aufgesucht. In jedem Punkte von S legen wir durch die zugehörige Tangente T die symmetrische Ebene zur Tangentialebene von D in Bezug auf die Normale N von F. Dieselbe wird, wie aus obigem, natürlich auch umkehrbaren Satze hervorgeht, ebenfalls die Fläche E berühren und die Gesammtheit der zu den Tangentialebenen von D_1 symmetrischen Ebenen umhüllt demnach eine zweite, der Fläche E umschriebene Developpable D_2. Beide Developpablen schneiden sich in der Curve S auf der Fläche F, und Erzeugende von D_1 und D_2, die sich in einem Punkte von S treffen, können zufolge der in obigem Satze (3) ausgesprochenen Symmetrie als ein Paar an F reflectierter Strahlen gelten. Hierauf folgt der Satz:

Werden die Erzeugenden einer Developpablen D_1, die einer Fläche 2. Grades E umschrieben ist, an einer zu E confocalen Fläche F reflectiert, so bilden sie nach der Reflexion wiederum eine Developpable D_2, die ebenfalls E umschrieben ist.

Man kann nun weiter schliessen, dass ein ganzes Strahlensystem, das E als einen Mantel der Brennfläche hat, und dessen Geraden sich demnach zu Developpablen ordnen lassen, die diesem Mantel umschrieben sind, bei Reflexion an F ein Strahlensystem liefert, von dem ein Mantel der Brennfläche wieder durch E gebildet wird. Ein Strahlensystem endlich, das zwei confocale Flächen zu Brennflächen hat, geht bei

Reflexion an einer dritten in sich selbst über. Dieser letztere Satz bildete den Ausgangspunkt meines Beweises für die Fadenconstruktion des Ellipsoides. Was nun die Eingangs erwähnte, von Herrn Staude gefundene, katoptrische Eigenschaft des Ellipsoides betrifft, so sei bemerkt, dass dieselbe einen Grenzfall des allgemeinen Satzes darstellt, bei dem abwechselnd die Ausgangsfläche E und die spiegelnde Fläche F in Focalcurven ausgeartet sind.

§ 2.

1) Der allgemeine Satz des § 1 verhilft uns zu einer Bestimmung der Brennflächen, die bei Reflexion eines Strahlenbündels an einer beliebigen Fläche 2. Grades entstehen. Es gelingt nämlich leicht, die Strahlen des Bündels in doppelter Weise so in Kegel zusammenzufassen, dass die Strahlen eines Kegels nach ihrer Reflexion an der spiegelnden Fläche eine Developpable bilden. In der That ist F die spiegelnde Fläche und P der leuchtende Punkt, so werden alle Tangentenkegel, die von P aus an die zu F confocalen Flächen gelegt werden können, die verlangte Eigenschaft haben. Diese Kegel bilden ein confocales System, dessen Brennstrahlen die Erzeugenden des durch P gehenden, zu F confocalen, einschaligen Hyperboloides sind. Sie schneiden auf der Fläche F das System katoptrischer Linien aus, welche die Fläche doppelt überdecken und längs welchen sich die reflectierten Strahlen zu Developpablen zusammenfassen lassen.[1]) Jede dieser Developpablen ist derselben zu F

1) Der Begriff der katoptrischen Linien findet sich zuerst bei Lindelöf („Note on caustics produced by reflexion." Report of the XXXth meeting of the British Association for the advancement of science held at Oxford 1860). Vergl. des Verfassers Inauguraldissertation: „Ueber Brennflächen und die räumliche Verteilung der Helligkeit bei Reflexion eines Lichtbündels an einer spiegelnden Fläche", pag. 11.

confocalen Fläche umschrieben, von der auch der zugehörige Kegel einfallender Strahlen berührt wird. Die katoptrischen Linien sind im Allgemeinen Raumcurven 4. Ordnung 1. Species, der Schnitt eines Kegels 2. Ordnung mit der spiegelnden Fläche. Die Klasse der Developpablen ist 14, da sie zusammen mit dem Kegel der einfallenden Strahlen das der katoptrischen Linie (8. Klasse) und der spiegelnden Fläche (2. Klasse) gemeinsam Umschriebene ausmacht. Den Hauptebenen des confocalen Systems der Kegel entsprechend, werden drei der katoptrischen Linien in Kegelschnitte ausarten. Die zugehörigen Developpablen sind demnach einem Kegelschnitt und einer Fläche 2. Ordnung umschrieben und daher von der 4. Klasse. Sie haben ausserdem die Ebene der einfallenden Strahlen als Doppelebene und sind daher von der 6. Ordnung. Die Berührcurve der Developpablen auf der Fläche 2. Ordnung ist umgekehrt von der 6. Klasse und 4. Ordnung und hat in dem leuchtenden Punkt einen Doppelpunkt.

2) Jede Developpable hat ihre Rückkehrkante auf der einen Schale der Brennfläche des Systemes der reflectierten Strahlen. Von den speciellen Developpablen 4. Klasse soll nun auch gezeigt werden, dass die vorhin erwähnten Curven 4. Ordnung, längs welcher sie die zugehörigen Flächen 2. Grades berühren, ebenfalls auf der Brennfläche liegen.

Die einfallenden Strahlen erfüllen nämlich in dem speciellen Falle eine Ebene A, welche die zu F confocale Fläche E im leuchtenden Punkte P berührt und auf F den Kegelschnitt C — eine specielle katoptrische Linie — ausschneidet. Der A nächstbenachbarte Kegel des confocalen Systems verläuft zu beiden Seiten der Ebene A und bestimmt in der Nachbarschaft des Kegelschnittes C zwei Zweige katoptrischer Linien, deren Distanz wir allenthalben als Unendlichkleines erster Ordnung annehmen können. Die zu F confocale Fläche E′, welche von diesem benachbarten Kegel berührt

wird, weicht von E nur um ein Unendlichkleines zweiter Ordnung ab. Sobald wir dieses vernachlässigen finden wir, dass die 3 Developpablen, welche von C und den nächstbenachbarten Zweigen katoptrischer Linien ausgehen, ein und dieselbe Fläche E berühren und, da sie selbst unendlich benachbart sind, sich auf dieser Fläche längs der Berührcurve R der C und E gemeinsam umschriebenen Developpablen schneiden. Die Curve R liegt dann notwendig auf der Brennfläche, als dem Ort der Schnittpunkte benachbarter Strahlen des Systems; ausserdem berühren sich längs ihr, die Brennfläche, die Fläche E und die specielle Developpable gegenseitig.

§ 3.

1) Die drei Berührcurven R, die den drei Hauptebenen des Systems der confocalen Kegel entsprechen, spielen auf der Brennfläche eine ausgezeichnete Rolle; sie sind, wie sich aus dem Vorhergehenden vermuten lässt und in dem Nachfolgenden bewiesen wird, Rückkehrkanten der Brennfläche. Um diesen Beweis zu führen, wollen wir einen andern Weg einschlagen.

Wenn man zu dem leuchtenden Punkt P die Gegenpunkte in Bezug auf alle Tangentialebenen der spiegelnden Fläche F aufsucht, so erfüllen diese eine neue Fläche W, welche die Eigenschaft hat, das System der von P ausgegangenen und an F reflectierten Strahlen normal zu durchsetzen. Die Brennfläche der reflectierten Strahlen ist demnach die Krümmungscentrafläche von W, und den katoptrischen Linien auf F entsprechen die Krümmungslinien von W.

Die Fläche W steht in engster Beziehung zur Fusspunktsfläche von F mit P als Pol. Beide sind ähnlich und Bezug auf P ähnlich liegend; die erstere dabei von doppelten Dimensionen wie die letztere.

Nach einem bekannten Satze[1]) ist die Fusspunktsfläche identisch mit der inversen der reciproken Fläche der Originalfläche, wenn bei der inversen und der reciproken Transformation dieselbe Kugel um P als Mittelpunkt zu grunde gelegt wird. Demnach kann die Fläche W durch folgende 3 Transformationen aus der Fläche F erzeugt werden: a) F geht durch eine reciproke Transformation an einer beliebigen Kugel um P als Mittelpunkt über in Σ; b) Σ geht durch eine inverse Transformation an derselben Kugel über in Π; c) Π geht durch eine Aehnlichkeitstransformation mit P als Centrum und dem Vergrösserungsverhältnis 2 : 1 über in W.

Die beiden letzten Transformationen führen die Krümmungslinien wieder in solche über. Die Krümmungslinien von W kommen demnach wesentlich auf die Krümmungslinien von Σ zurück. Die Fläche Σ ist in unserem Falle als reciproke Fläche der Fläche 2. Ordnung F eine solche zweiter Klasse und ihre Krümmungslinien sind bekannt. Ihnen entsprechen auf der Fläche F die katoptrischen Linien in der Art, dass den Punkten der Krümmungslinien auf Σ Tangentialebenen in Punkten der katoptrischen Linien auf F zugehören.

Unter den Krümmungslinien von Σ sind die Hauptschnitte ausgezeichnet. Sie werden durch das Polartetraeder bestimmt, das Σ und dem unendlich fernen Kugelkreis gemeinsam ist. Diesem Tetraeder entspricht vermöge der reciproken Transformation das gemeinsame Polartetraeder der Fläche F und des Kegels I, der von P nach dem unendlich fernen Kugelkreis geht. Eine Ecke des letzteren Tetraeders ist P selbst; dessen Gegenseite die Polarebene in Bezug auf F. Die drei anderen Seiten bilden das gemeinsame Polardreikant des Tangentialkegels K von P an F und des Kegels I. Es sind dies demnach die drei Hauptebenen des Kegels K und

1) Vergl. Salmon-Fiedler Analytische Geometrie des Raumes, II. Teil, pg. 246.

sie bestimmen die katoptrischen Linien auf F, welche den Hauptschnitten von Σ entsprechen.

Wir haben in § 2, 2) gefunden, dass denselben katoptrischen Linien ausgezeichnete Developpable 4. Klasse zugehören, deren Berührcurve R mit einer gewissen Fläche 2. Ordnung E auf der Brennfläche liegt.

2) Den Hauptschnitten von Σ entsprechen vermöge der inversen und der Aehnlichkeitstransformation gewisse sphärische Kegelschnitte auf W. Die Hauptschnitte von Σ haben die Eigenschaft, dass sich längs ihnen drei benachbarte Normalen, der zu ihnen senkrechten Krümmungslinien in einem Punkte schneiden, was zu einer Rückkehrkante der Brennfläche Anlass gibt. Diese Eigenschaft geht auch auf die sphärischen Kegelschnitte der Fläche W über, da sie identisch ist mit der Möglichkeit eine Wulstfläche zu finden, welche die gegebene Fläche längs einer Curve hyperosculiert und diese Möglichkeit bei einer inversen und Aehnlichkeitstransformation bestehen bleibt. Die drei sphärischen Kegelschnitte auf W sind also zunächst Krümmungslinien dieser Fläche; infolge dessen bilden auch die Normalen längs derselben je eine Developpable. Gleichzeitig aber schneiden sich auch die zu beiden Seiten derselben auf einer Krümmungslinie der anderen Schaar liegenden Nachbarnormalen in je einem Punkte dieser Developpablen und bestimmen so auf ihr eine Rückkehrkante R_1 der Centrafläche von W oder, was dasselbe ist, der zu suchenden Brennfläche. Die drei erwähnten Developpablen sind identisch mit den in § 2, 2) betrachteten, da sie ja durch Reflexion derselben einfallenden Strahlen entstehen. Ebenso müssen auch die Curven R, längs welchen jene Developpablen die Brennfläche berühren, identisch sein mit den Rückkehrkanten R_1 der Brennfläche, in welchen diese Developpablen ebenfalls die Brennfläche berühren.

3) Fassen wir endlich kurz zusammen, was sich aus dem Vorangehenden zur Construction der Brennfläche ergibt:

Ist eine spiegelnde Fläche zweiten Grades F und ein leuchtender Punkt P gegeben, so ordne man die von P ausgehenden Strahlen nach den Erzeugenden derjenigen Kegel, welche zum Tangentialkegel von P an F confocal sind. Diese Kegel schneiden die Fläche F nach dem System der katoptrischen Linien, längs welchen die reflectierten Strahlen Developpable bilden, die je einer zu F confocalen Fläche 2. Grades umschrieben sind. Den gemeinsamen Hauptebenen der Kegel entsprechen ausgezeichnete katoptrische Linien, die zu Rückkehrkanten der Brennfläche Anlass geben. Diese Rückkehrkanten sind die Berührcurven der zu den ausgezeichneten katoptrischen Linien gehörigen Developpablen mit einer der durch P gehenden, zu F confocalen Flächen zweiten Grades.

Schlussbemerkung. Der Satz der § 1 erlaubt uns, die für die einmalige Reflexion eines Strahlenbündels an einer Fläche 2. Grades entwickelten Theoreme nicht nur auf beliebig oft wiederholte Reflexionen an derselben Fläche, sondern auch noch an allen zu ihr confocalen Flächen (einschliesslich der Focalcurven) auszudehnen. Da ihm zufolge abwickelbare Flächen, die einer Fläche 2. Grades umschrieben sind, bei einer Reflexion an einer Confocalen ihren Charakter nicht ändern, so thun sie es auch nach beliebig vielen nicht und desshalb gelten die katoptrischen Linien der ersten Reflexion auch für beliebig oft wiederholte. Ja noch mehr: die Eigenschaft der speciellen Developpablen gemeinsam mit ihren beiden nächstbenachbarten ein und dieselbe Fläche 2. Grades zu berühren, bleibt auch nach wiederholten Reflexionen aufrecht erhalten

und damit auch die Vermutung, dass die Curven, in welchen jene Developpablen nach wiederholter Reflexion die Fläche 2. Grades berühren, Rückkehrkanten der neuen Brennfläche sind. Die strenge Begründung dieser Vermutung gelingt auf dem in § 3 eingeschlagenen Wege nicht, sie scheint vielmehr ebenso wie die endgiltige Bestimmung der Gestalt der Brennflächen einer analystischen Behandlung der Problems vorbehalten zu sein.

Ueber Naturgeschichte der alten Inder.

Eine Studie von Dr. Franz Hessler.

(Eingelaufen 5. Februar.)

Anknüpfend an die schon mitgetheilte Studie[1]): „Ueber Entwickelung und System der Natur" der alten Hindu, versuche ich hier einen kurzen allgemeinen Ueberblick der Naturgeschichte derselben, mit besonderer Rücksicht auf ihre Heilkunde darzustellen. Schon bei Tscharaka finden wir die Naturgeschichte in drei Reiche getheilt, in das Mineral-, Pflanzen- und Thierreich. Es mussten aber diesem hochgefeierten, sehr alten Schriftsteller sicherlich vieljährige Beobachtungen und wiederholte Vergleichungen der Naturerzeugnisse vorausgegangen sein, ehe er zu dieser Gruppirung anlangte, die von Aristoteles an bis auf unsere Zeit ihre Geltung behauptet.

Selbstverständlich kann hier von einer strengen Systematik nicht die Rede sein, wie überhaupt bei allen antiken Mittheilungen bis auf Aristoteles eine kritische Bearbeitung nicht angetroffen wird. Indessen ist es den alten Hindu schon gelungen, gleichartige Naturkörper durch einen weiten Rahmen zu begrenzen und so das Zusammengehörige auch naturgemäss in denselben einzustellen. Dies geschah aber im Grossen und Ganzen, ohne Berücksichtigung der Verhältnisse der einzelnen Gegenstände zu einander, wohin es die alten Völker überhaupt noch nicht gebracht hatten, da ihnen, in Ermangelung

1) Sitz.-Berichte 1884 S. 325.

eines wissenschaftlichen Eintheilungsprincipes, hiezu alle Hilfswissenschaften abgingen. Eine chronologische Darstellung der allmäligen Entwickelung der altindischen Naturgeschichte kann hier ebenso wenig, wie eine exakte Naturanschauung erwartet werden. Bei den alten Hindu ist durchaus keine eigentliche Chronologie vorhanden, und nur spärliche Anhaltspunkte gewähren Vermuthungen über Zeitbestimmungen; indessen versichert ein hochberühmter Sanskritgelehrter: „auch hier wird es tagen." Fabelhafte Zeiteintheilungen der alten Hindu können freilich hier nicht helfen. Wir müssen demnach nur die Naturgegenstände, wie solche uns schriftlich in Sanskrit-Originalien vorliegen, aufgreifen, von der Bestimmung eines Alters, wann solche schriftlich verzeichnet worden sind, absehen, und uns damit begnügen, dass wir wissen, sie seien uns von einer sehr alten Urnation überliefert worden. Denn dass die antiken Hindu zu den ältesten Nationen zählen, wird durch die übereinstimmenden Zeugnisse der alten Classiker sowohl, als durch neuere Forschungen bestätiget.

Die Sanskritschriften, auf die ich mich hier beschränke, sind: der Ayurveda des Susruta, das Medicinal-System des Tscharaka und der Amarakoscha nach der Bearbeitung des Colebrooke. Die zwei ersteren Werke sind unstreitig von sehr hohem Alter; ist ja doch bekannt, dass die altindischen Aerzte im Lager Alexander's des Grossen sich vor den griechischen ausgezeichnet haben. Ungleich jünger aber ist der Amarakoscha des Amarasinha, was die neuere Kritik nachzuweisen versucht hat. Namentlich mussten mit der Botanik des Amarasinha wesentliche Aenderungen vorgenommen worden sein, da ein grosser Theil der Pflanzen ganz andere Namen erhalten hat, die also grossentheils von der Nomenclatur des Susruta und des Tscharaka abweichen.

Ich beginne mit dem späteren dieser drei genannten Werke, mit dem Amarakoscha des Amarasinha, weil

nur dieses Wörterbuch ausführlicher über Mineralien handelt, und hier mit dem Mineralreich begonnen werden soll. Hier ist aber weder von Krystallographie, noch von einem Einfluss der Chemie hierauf das Geringste zu verzeichnen. Dass auch hier nur nach der äusseren Gestalt die Mineralien aufgeführt werden, lässt sich erwarten. Schon die Etymologie ihrer Benennungen kennzeichnet sie, indem die Hauptbenennung voran steht und die anderweitigen Namen eines jeden Minerals nachfolgen. So haben die meisten bei Amarasinha mehrere Namen, die ihre äussere Gestaltung bezeichnen. Dass hier Irrthümer auch in der Colebrooke'schen Bearbeitung vorkommen, gesteht dieser aufrichtige Forscher selbst ein. Erläuternde Beispiele: Das 2. Buch, Kapitel IX Seite 234 beginnt mit Smaragd, mit drei Namen, wovon ein jeder dessen äussere Erscheinung darstellt. Rubin hat vier Benennungen, wovon die erste tiefroth, die zweite messingartig, die dritte lotusfarbig u. s. f. ausdrückt. Gold hat sogar 18 Namen, die sämmtlich Epitheta desselben sind, während der Hauptname schönfarbig heisst; das Gegentheil davon ist Silber, welches Durvarna, schlechtfarbig, benannt wird, und fünf Namen hat, zur näheren Bezeichnung desselben. Kupfer hat vier Benennungen, die sich sämmtlich auf dessen äussere Erscheinung beziehen; es heisst aber vorzugsweise niedrige Beschaffenheit, freilich im Gegensatze zum Gold, und sogar zum Silber. Eisen wird mit 9 Namen aufgeführt, von denen Loha die Hauptbezeichnung ist, so dass das Eisen der Repräsentant alles Metalles wäre. Auch wird Stahl so benannt. Dass die alten Inder die Bearbeitung des Eisens kannten, dafür bürgt uns der Name Tikschna, was auch Waffe überhaupt bezeichnet. Die alten unterirdischen Tempelgrotten beweisen uns schon, dass die alten Inder die Bearbeitung des Eisens wohl kannten, denn zur Herstellung solcher in Felsen ausgehauenen Riesenbauten bedurfte man der verschiedenartigsten eisernen Werkzeuge. Bezeichnend ist, dass

das Eisen auch Asmasara, i. e. Essenz des Steines, heisst. Das Glas wird Kschara, d. h. Glanz genannt und wird wohl von Phönizien eingewandert sein. Quecksilber wird mit dem Namen Tschapala belegt, d. h. sich unstät bewegend. Dass Antimonium Srotandschana, d. h. Fluss, Strom heisst, ist unerklärlich; dass es aber auch Sauvira genannt wird, zeigt an, dass es vorzugsweise aus der Landschaft Suvira bezogen wurde. Auf ähnliche Art werden die wenigen übrigen Metalle, die hier beschrieben werden, nach ihren verschiedenen Attributen, nach ihren physisch wahrnehmbaren Eigenschaften im Amarakoscha verzeichnet, als Schwefel, Kalk, Blei, Zinn, Arsenik, Salpeter, Kali, Natron. Nur wenige anderweitige Mineralien werden noch auf ähnliche Art behandelt. Es ist also ersichtlich, dass zur Zeit des Amarasinha die alten Inder in der Mineralogie noch nicht weit fortgeschritten waren. Das Alter dieses Schriftstellers vermag ich aber nicht zu constatiren, da mir hiezu alle höhere Kritik abgeht, und ich den Austrag dieser Entscheidung den Heroen der Sanskrit-Wissenschaft überlassen muss, denn adhuc sub judice lis est.

Ganz anders verhält es sich mit dem Pflanzenreiche. Hier gewahren wir den grössten Reichthum an Exemplaren, aber auch hier wieder nur nach ihren äusserlich erkennbaren morphologischen Erscheinungen vorgetragen; denn eine eigentliche natürliche oder künstliche Klassification ist auch hier nicht zu erwarten. Ueberhaupt treffen wir in dem Pflanzenreiche der alten Hindu keine Spur von Pflanzenphysiologie, und kein Eintheilungsprincip an, sondern chaotisch aufgezählte Gewächse; wenn man nicht etwa die Eintheilung nach Bäumen, Sträuchen, Gräsern, Schlingpflanzen, Medicinalgewächsen, als Eintheilungsprincip ansehen will. — Das üppige Wachsthum der Pflanzenwelt in Ostindiens günstigem Klima hat dem alten Hindu schon das Augenmerk auf dieses Gebiet gerichtet; er hat die Pflanzenwelt zum Theil symbolisirt und

mit dem religiösen Kultus in Verbindung gebracht. Die in den altindischen Sanskritschriften angetroffenen Vegetabilien zählen nach tausenden; ja im Ayurveda des Susruta allein sind 760 Medizinalgewächse vorgetragen (man vergleiche das Medizinalpflanzen-Verzeichniss meines in lateinischer Sprache übersetzten Susrutas Ayurvedas tom. III. p. 173). Ganze Reihen von Arzneigewächsen treffen wir auch im Tscharaka an. Diese Namen der meisten Gewächse sind etymologisch sehr bezeichnend, da sie den Charakter oder das Gepräge derselben veranschaulichen.

Es mögen hier nur einige Exemplare beispielsweise vorgeführt werden: Der heilige Feigenbaum, Ficus religiosa, heisst Bodhidruma, d. h. Baum der Erkenntniss; Tschaladala, zitterndes Blatt; Pippala, die öfters sich wiederholende Wurzel; Kundschansana, Elephantenfuss. Die Cassia fistula heisst im Sanskrit Aragbadha, Krankeitverscheucher, weil sie mit vorzüglicher Heilkraft begabt geglaubt wurde. Tamarinde, Tamarindus indica, sanskritisch Tintidi, Dampf und Feuchtigkeit bewirkend. Aloe, sanscrit Saha, Zusammentreiber nämlich der Abführstoffe. — Diese wenigen Beispiele mögen darthun, wie untheoretisch die ganze Botanik der antiken Hindu behandelt und wie mangelhaft ihre Ausführung ist.

Nun wende ich mich an die speziellen pflanzlichen Arzneistoffe. Im Susrutas werden die Hunderte von vegetabilischen Arzneistoffen in 36 Klassen eingetheilt, nur die 31. Klasse besteht aus Metallen, nämlich aus stannum, plumbum, cuprum, argentum, lapis magnes., aurum, et rubigo ferri, — und diese Klasse heisst die eximia classis, weil sie alle Krankeiten heilt, die Eingeweidewürmer abtreibt, das Gift entfernt, die Gelbsucht hebt und die gonorrhoische Urethritis löst. Die übrigen 36 Klassen der Materia medica des Susruta bestehen aus Vegetabilien, und wird in jeder Klasse aufgeführt, welche Heilzwecke sie erzielt, und be-

sprochen, wie die Heilanzeigen in den verschiedenen chirurgischen und internen Krankheiten zur Anwendung kommen, was auch wirklich consequent durchgeführt ist. So mögen dies einige Beispiele lehren:

I. Hedysarum gangeticum, Convolvulus paniculatus, Hedysarum lagopodioides, Flacourtia cataphracta et cet. Diese Klasse vernichtet Galle und Eingeweidewinde, und hebt die Lungenschwindsucht, die mesenterischen Drüsenverhärtungen, Athmungsbeschwerden und Katarrhe.

II. Cassia fistula, Vangueria spinosa, Echites antidysenterica, Zizyphus napeca etc. Diese Klasse vernichtet Schleim und Gift, heilt die gonorrhoische Urethritis, die Lepra, das intermittirende Fieber, das Erbrechen und Prurigo.

III. Capparis trifoliata, Barleria caerulea, Morunga guilandina etc. Diese Klasse beschränkt die Fettsucht und die Cephalalgie, die Verhärtungen der mesenterischen Drüsen, und die Entzündungen der inneren Eingeweide.

Auf diese Art werden die 37 Klassen durchgeführt, deren Anwendung sorgfältigst nach ihren Indicationen in dem ganzen Ayurveda beobachtet wird. Ueber diese 37 Klassen der Medicamente werden keine anderweitigen Arzneistoffe in diesem Werke vorgefunden.

Es wäre allerdings interessant, einen therapeutischen Versuch mit einem oder mit dem andern dieser 760 Arzneistoffe anzustellen, um zu sehen, was für eine Wirkung ein solcher auf den menschlichen Organismus ausübt. Allein wir könnten schon desshalb zu keinem sicheren Resultate gelangen, weil die langen vergangenen Zeiten, die entlegenen Orte, so wie die klimatischen Verschiedenheiten, die Krankheitscharaktere modificirt haben müssen. Schon nach der Darwin'schen Theorie der allmäligen Entwickelung und Umbildung aller Organismen muss dies zugestanden werden.

Die Arzneimittellehre des Tscharaka habe ich schon früher in dieser hohen Versammlung zu beleuchten die Ehre

gehabt, und will nur hier noch bemerken, dass dieselbe weniger Stoffe aufzuweisen hat; dagegen sind bei diesem Schriftsteller die Arzneistoffe aus dem Thierreiche vielfältiger, und legt derselbe ein besonderes Gewicht auf die Heilwirkungen der verschiedenen Thier-Urine.

Wenden wir nun unseren Blick auf das Gesammtgebiet der Naturgeschichte der antiken Hindu, so müssen wir doch im Auge behalten, dass viele Jahrhunderte vorüber gegangen sein mussten, bis diese Nation zu den uns vorliegenden Naturanschauungen gelangte. Erst später werden diese Thatsachen schriftlich aufgezeichnet worden sein.

Gleiche Verhältnisse treffen wir bei den alten Griechen an. Wie viele Jahrhunderte müssen dort vorüber gezogen sein, bis man bei Hippocrates und Aristoteles anlangte? Diese zwei Heroen der Wissenschaft haben indessen auch nicht alles aus sich geschöpft, sondern die Resultate früherer Erfahrungen benützt. Sie können später aufgetreten sein als Tscharaka und Susruta, weil sie systematischer sind; denn man wird wohl anzunehmen berechtigt sein, dass, je systematischer ein alter Schriftsteller ist, desto später er auch erscheint. Nebenbei will hier bemerkt werden, dass die Naturanschauung der alten Hindu und der Griechen eine grundverschiedene war, so dass in deren Schriften auch keine Spur von Aehnlichkeit, weder in der Form der Darstellung, noch in dem Inhalte der Materialien, sich uns darbietet. Beide sind selbstständig und von einander unabhängig; wenn man nicht etwa die Astronomie ausnehmen will, in welcher griechischer Einfluss bei den Indern ausser Zweifel gesetzt zu sein scheint.

Das Thierreich ist bei den alten Hindu sehr mangelhaft behandelt worden. Nur Amarakoscha hat (im II. Buche V. Kapitel, Seite 118—127 der Colebrooke'schen Bearbeitung) ein kleines Verzeichniss von Thieren angefertigt, welches nur beiläufig 100 Thiere registrirt. Amarasinha

beginnt mit den vierfüssigen Thieren, in denen er nur folgende näher beschreibt: Löwe, Tiger, Hyäne, Schwein, Affe, Bär, Rhinoceros, Büffel, Schakal, Katze, Stachelschwein, Antilope, Wolf, Dammhirsch, Bock, Ratte, Maus. Hierauf lässt er merkwürdigerweise die Eidechse, Spinne, einige andere Insekte, die Raupe und Skorpion folgen. Alsdann geht er zu den Vögeln über, und beschreibt von diesen nur die Taube, den Habicht, die Eule, Feldlerche, den Reiher, den Neuntödter, Specht, Sperling, Kranich, Kuckuck, die Krähe, den Raben, Geier, Papagei, Strandpfeifer, eine Ente, eine Gans, eine Fledermaus (merkwürdigerweise zu den Vögeln gezählt). Jetzt bricht er mit den Vögeln ab und schiebt die Fliege, Biene, Bremse, Wespe, Grille, Heuschrecke, grosse schwarze Biene ein; wendet sich abermals zu den Vögeln hin, mit denen er seine kurze Thierbeschreibung endet. Im III. Kapitel des Kalpasthana (Toxicologie) des Susruta findet man eine Menge giftiger Thiere, die aber noch nicht aufgeklärt sind. —

Richtet man schliesslich noch einen Rückblick auf die verschiedenen Sanskritschriften, in denen Naturgegenstände zerstreut verzeichnet sind, so findet man zwar in denselben schon eine Masse Materials, besonders aus dem Pflanzenreiche, aber nur als Baustücke zu einem später aufzuführenden Lehrgebäude, zu dessen Ausführung es aber bei den Indern niemals gekommen ist. Daher kann man bei ihnen auch nicht von einer wissenschaftlichen Naturgeschichte reden. Ihre ganze Natur war viel zu sehr zu spitzfindigen philosophischen, vielmehr metaphysischen Träumereien angelegt. Dies ist um so mehr zu wundern, da sie doch den jonischen Naturphilosophen nicht allzu ferne standen. Aber diese zu benützen, waren die alten Hindu zu abgeschlossen, so, dass sie über ihre Grenzscheiden hinauszublicken kaum vermochten, und sie in dieser Hinsicht ihren Nachbarn den Chinesen, ziemlich glichen. Vergessen darf man endlich auch nicht, dass

in dem so hohen Alter die Völker sich einander nicht näherten. Denndass die indische Nation eine sehr alte ist, dafür spricht noch besonders die Pflanzengeographie. Die meisten Gewächse, die im Tscharaka und Susruta verzeichnet sind, kommen in der Umgegend des Himalaya vor, was zu bebeweisen scheint, dass zur Zeit der Abfassung ihrer Schriften die alten Hindu noch in jener Gegend sesshaft waren.

Ueber die Befruchtung des Neunaugeneies.

Von A. A. Böhm,
Assistenten am histiologischen Laboratorio zu München.

(Eingelaufen 8. Februar.)

Calberla[1]) ist der einzige gewesen, der die Reifeerscheinungen und den Befruchtungsvorgang bei Petromyzon Planeri auf Schnitten untersucht hatte. Er hat sich über den ganzen Process etwa folgende Vorstellung gemacht: Es bilden sich im Ovarium die Richtungskörper auf Kosten des Keimbläschens, der Rest desselben constituirt sich zu einem Eikern. Dieser Eikern rückt nun allmählig in die Tiefe des Eies und zieht einen Protoplasmastrang nach; seine definitive Lage ist ungefähr das Centrum des Eies. Ein solches Ei ist reif, und wird es besaamt, so hebt sich die Eihaut zunächst am animalen Pole ab, es bleiben aber protoplasmatische Fäden stehen, die zwischen der animalen dotterarmen Eioberfläche und der inneren Oberfläche der Eihaut ausgespannt sind. Einer dieser Fäden, der axiale, ist der stärkste und verbindet den Anfang des oben erwähnten Protoplasmastranges (innere Mikropyle, Calberla) mit der eigentlichen Mikropyle der Eihaut (äussere Mikropyle, Calberla); derselbe ist das „Leitband des Spermas", und jene Protoplasma-

1) „Der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri. Ein Beitrag zur Kenntniss des Baues und der ersten Entwicklung des befruchteten Wirbelthiereies. 1877."

strasse, die die Eioberfläche (innere Mikropyle) mit dem Eikerne verbindet, ist der Spermagang. Leitband des Spermas und der Spermagang bilden einen continuirlichen protoplasmatischen Weg, der den Eikern mit der äusseren Mikropyle verbindet. Dieser Weg wird von einem einzigen Spermatozoon benutzt; der Schwanz desselben wird abgeworfen und verstopft die äussere Mikropyle; der Kopf, zu einem Spermakerne geworden, vereinigt sich mit dem Eikerne, der an der nämlichen Stelle immer noch zu finden ist, zu einem Furchungskerne.

Der Befruchtungsvorgang wurde eingehend von Prof. C. Kupffer und B. Benecke in einer Abhandlung: „der Befruchtungsvorgang beim Ei von Petromyzon Planeri. Ein Beitrag zur Kenntniss des Baues und der ersten Entwicklung des befruchteten Wirbelthiereies" geschildert, und sind in derselben unter vielen anderen folgende Punkte festgestellt worden, die für meinen, hier speziell zu verfolgenden Zweck von besonderer Wichtigkeit sind.

a) An einem fast reifen Ovarialei von Petromyzon fluviatilis ist an Schnitten an der Oberfläche desselben ein Keimbläschen zu sehen.

b) Am animalen Pole des Eies ist eine dünne Lage durchscheinenden Protoplasma's (Polplasma) gelegen, das bei der Befruchtung eine aktive Rolle spielt, indem es sehr auffallende Contractionserscheinungen zeigt.

c) Es dringt in das Polplasma nicht immer durch die Mikropyle und nicht durch den nicht constanten Axenstrang (Leitband des Sperma, Calberla) ein einziges bevorzugtes Spermatozoon mit Kopf und Schwanz ein.

d) Durch die Eihülle, im Bereiche des Polplasma, bohren sich aber noch zahlreiche andere Spermatozoen ein; ein Theil derselben bohrt sich ganz durch und quellen die Köpfe derselben, ganz oder zum Theil, zu hyalinen Tropfen, die an

der inneren Seite der Eihaut, im Bereiche des Polplasma zu finden sind.

e) Kurz nach dem Verschwinden des Axenstranges in den Dotter, erscheint ein zapfenförmiger, hyaliner Fortsatz an derselben Stelle wieder; er tritt in Contact mit der inneren Fläche der Eihaut, gleitet derselben entlang, dabei bleiben die eben erwähnten hyalinen Spermatropfen an dem Zapfen haften, um sich in demselben aufzulösen. Dieser Akt ist die Nachbefruchtung. Der Zapfen zieht sich zurück.

f) Vor der Befruchtung ist ein Richtungskörperchen bereits da; nach der Befruchtung wird ein zweites gebildet.

Aus diesen Daten hat Prof. Kupffer Schlüsse gezogen, die durch die vorliegende Untersuchung vollkommen bestätigt werden. *α*) Die Prämisse Calberlas, dass der Eikern bereits im Ovarium sich bilde, und dort eine Lage im Centrum des Eies ennehme, kann keine richtige sein, denn es bildet sich ein Richtungskörperchen nach der Befruchtung, also constituirt sich der Eikern erst nach der Befruchtung und nicht im Ovarium. *β*) Der Spermagang, das Leitband des Sperma etc. können nicht die ihnen von Calberla vindicirte Bedeutung haben.

Es ist eine abermalige Untersuchung an Schnitten eine wünschenswerthe geworden. Auf Anrathen meines Lehrers und Chefs Prof. C. Kupffer, unter seiner Aufsicht, unternahm ich diese.

Ich begann meine Untersuchungen an dem Ovarialeie von Petromyzon Planeri. Die jüngsten Ovarien, die mir zu Gebote standen, sind einem Ammocoetes von 5 cm Länge entnommen; das Kopfende dieses in der medianen Ebene liegenden unpaaren Ovariums wird durch einen kegelförmigen, symmetrisch gelegenen, etwa 1/4 mm messenden Fortsatz gebildet. In diesem Fortsatz entstehen die Eier: man trifft in ihm alle möglichen Entwicklungsstadien derselben. Das übrige grössere Stück des Ovariums enthält die ältesten Eier

die alle auf derselben Entwicklungsstufe stehen. Die grössten Eier dieses Ovariums sind $^1/_{12}$ mm gross und enthalten ein central gelegenes Keimbläschen; dieses besteht aus einer Membran, einem klaren granulirten Inhalt, einem chromatischen Netze und einem Keimfleck.

Während die Eier an Volumen zunehmen, wird das Keimbläschen grösser, dabei verändert es die centrale Lage, um sich allmählig der Oberfläche des Eies zu nähern; die chromatischen Netze verschwinden, und scheint der Keimfleck auf Kosten derselben sich zu vergrössern. Eier, die 0,5 mm gross sind, zeigen ein Keimbläschen, welches keine Chromatinnetze mehr enthält; es liegt nahe an der Oberfläche des Eies, ist aber von derselben durch eine dotterarme Schicht getrennt, die Calberla irrthümlich für die Anlage seines Spermaganges ansieht.

Die Eier der fast geschlechtsreifen Thiere (etwa $^1/_5$ mm im Durchmesser) enthalten ein ca. 0,1 mm messendes Keimbläschen mit einem sehr grossen Keimfleck; der letztere zeigt ein bemerkenswerthes Verhalten gegen Farbstoffe: er nimmt keine Chromatintinctionen mehr an.

Geschlechtsreife Thiere, die zum Theil Ovarialeier, zum Theil auch Eier in der Bauchhöhle enthielten, liessen verschiedene Stadien der flächenhaften Ausbreitung des Keimbläschens am animalen Pole des Eies erkennen. Die Keimbläschenmembran war nicht mehr zu sehen, und konnte man nur in seltenen Fällen auf Schnitten den Keimfleck al ein sehr blasses, kaum von der Umgebung zu unterscheidendes Gebilde, mit Mühe erkennen.

In noch weiter entwickelten abgelegten, nicht besaamten Eiern, hat sich das Keimbläschen noch weiter ausgebreitet und stellt nun eine hyaline dünne Scheibe am animalen Pole des Eies dar — das Polplasma —, die im Durchmesser etwa $^1/_3$ mm messen mag. (Der Diameter des entsprechenden Eies beträgt ca. 1 mm.) Trotz aller angewandten Mühe

gelang es mir nicht, in diesem Stadium den Keimfleck, resp. Reste desselben noch zu finden — vielleicht weil er zu blass geworden ist; das Schwinden desselben ist nicht direkt ausgeschlossen.

Das weitere Material stammt aus Neapel her, ist den künstlich besaamten Eiern von Petromyzon Planeri entnommen, die 0, 5, 10, 15, 30, 45 Minuten, dann 1, 1,5, 2, 3, 4 .... 8 Stunden nach der Besaamung in getrennten Portionen und zwar in der Flemming'schen Flüssigkeit mit etwas grösserem Ueberosmiumsäure-Gehalt fixirt waren.

Nach einer halben Stunde wurden die mit destilliertem Wasser gewaschenen Eier successive in 30, 70 procentigem Spiritus auf je drei Stunden übertragen, um in 90% Spiritus conservirt zu werden. Die Eier wurden einzeln in Paraffin eingebettet, mit einem Jung'schen Microtom geschnitten; die auf dem Objektträger mit Eiweiss befestigten Schnitte färbte ich entweder mit Saffranin oder, mit dem besten Erfolg, mit violette de fuchsine (1 gr Farbstoff auf 100 ccm 30% Spiritus; Auswaschen in abs. alc.). Nicht ganz so günstige Präparate lieferten die vor dem Schneiden in toto mit Borax-Carmin gefärbten Eier. Die fixirten Schnitte wurden definitiv in Xylol-Canadabalsam eingeschlossen; in schwierigen Fällen wurde jedoch das Untersuchen der Präparate in anderen Medien — Wasser, Glycerin — nicht unterlassen.

Die mit 0 Minuten (unmittelbar nach der Besaamung) bezeichnete Portion enthält Eier im Stadium des sich zurückziehenden Axenstranges. Ausser dem bereits am frischen Ei sichtbaren Stücke ist ein Theil des Polplasma unter dem Niveau der Eioberfläche enthalten. Die Dottermembran (membrane de fécondation, Fol) ist bereits um das ganze Ei gebildet; am Axenstrang selbst ist sie jedoch nicht nachzuweisen; ausser dieser sieht man eine zweite gefaltete Membran, die das Polplasma gegen den übrigen Dotter abschliesst.

Im Polplasma findet man, inconstant gelegen, ein kernartiges Gebilde, den Eikern, vor dem Austreten des zweiten Richtungskörperchens; dieser provisorische Eikern ist etwa halb so gross, wie der zuletzt beobachtete Keimfleck, hat ein homogenes Aussehen und nimmt nur schlecht Kerntinctionen an.

Neben ihm, im Polplasma, findet man einen stabförmigen Körper, der nichts anderes sein kann, als der Spermakopf; von einem Mittelstück oder Schwanz habe ich nichts mit Sicherheit wahrnehmen können.

Einige Minuten später (5 Minuten nach der Besaamung) treffen wir das Stadium des sich zurückziehenden Zapfens an. Dieser pflegt sich stärker zu färben, welcher Umstand von den darin gelösten Spermatheilen abhängt. Die Hauptmasse des Polplasma bildet annähernd eine Kugel, die unmittelbar unter der Oberfläche des Eies liegt und mit derselben eine gemeinsame Fläche besitzt, von ca. 0,1 mm Durchmesser. In ihr ist der provisorische Eikern von der Beschaffenheit, wie im vorhergehenden Stadium und ein Spermakopf zu sehen. Dieser letztere hat eine Rosenkranzform angenommen; die Anzahl der Anschwellungen lässt sich jedoch noch nicht feststellen. Das Polplasma ist durch die dicker gewordene, gefaltete Membran von dem übrigen Dotter getrennt.

Zehn Minuten nach dem Besaamen etwa bildet sich das zweite Richtungskörperchen. Die Bildung desselben muss sehr rasch vor sich gehen, denn in derselben (10 Minuten nach dem Besaamen gehärteten) Portion habe ich die verschiedensten Stadien der sich bildenden, neben bereits gebildeten Richtungskörperchen angetroffen.

Es kommt auch in unserem Falle zur Bildung einer Spindel, die aber in Folge der Behandlung mit einer überosmiumsäurehaltigen Flüssigkeit (Flemming'sche Lösung) nicht leicht auf Schnitten darzustellen ist: es ist nämlich bekannt, dass die oberflächlichen Stellen der so gehärteten Stücke am

schwärzesten sind und sich schlecht färben lassen. Die Hälfte der Spindel wandelt sich in einen definitiven Eikern um, der dicht unter der Abschnürungsstelle des Richtungskörpers im Polplasma zu liegen kommt. Das zweite Richtungskörperchen besteht aus derselben Substanz wie das Polplasma, enthält einen Kern (die umgewandelte halbe Spindel) und besitzt eine Membran, die abgeschnürte Dotter-Befruchtungs-Membran. Das erste, vor der Imprägnation ausgetretene Richtungskörperchen, wird wahrscheinlich keine Membran aufweisen. Spermakopf und gefaltete Membran sind unverändert geblieben.

Der eben gebildete Eikern ist klein, homogen und chromatinarm. Er rückt von der Peripherie des Eies im Polplasma langsam ab und verbleibt dabei ziemlich in der Axe des Eies. In fast derselben Entfernung von der Eioberfläche, in der Nähe der gefalteten Membran aber, trifft man den Spermatozoonkopf an. Dieser zerfällt in den nächsten $^3/_4$ Stunden in 4 bis 5 kuglige sich anfänglich stark färbende Stücke — Spermatomeriten — und umgiebt sich mit einer Strahlenfigur. Das Polplasma, in dem sich die Vorgänge abspielen, ist während dessen etwas tiefer in das Ei hineingerückt, es berührt nur noch in geringer Ausdehnung die Eioberfläche am Pol, rundet sich in seiner Begrenzung ab, während die gefaltete Membran dieser Gestaltänderung folgt.

Eine Stunde nach dem Besaamen fixirte Eier weisen das Polplasma auf als eine Kugel von der Grösse des Keimbläschens an reifen Ovarialeiern, d. h. von ca. 0,1 mm Durchmesser, die mit der Eioberfläche durch einen sehr kurzen Strang des Plasma verbunden ist. Annähernd im Centrum derselben, in der Nähe der Axe, treffen wir den nun mit allen Attributen eines Kernes versehenen Eikern und die Spermatomeritenreihe an. Die Axe des etwas länglichen Eikernes und die Spermatomeritenreihe liegen in einer Geraden, die senkrecht auf der Axe des Eies steht. Die dem Eikerne näher gelegenen Spermatomeriten sind grösser und

chromatinärmer geworden; das am weitesten liegende ist noch klein und chromatinreich (unverändert). Um die Spermatomeriten ist eine Strahlung vorhanden, die auf der Seite des Eikernes fehlt.

Eine halbe Stunde später bemerkt man in noch tiefer gerücktem Polplasma (der Verbindungsstrang mit der Eioberfläche ist länger und dünn geworden) nahezu in der Eiaxe gelegen ein Gebilde, welches aus zwei dicht aneinanderliegenden Abtheilungen zusammengesetzt ist. Die eine, mit einer Strahlung umgebene, besteht aus 4 bis 5 Kugeln, die wir sofort als etwas grösser gewordene Spermatomeriten wieder erkennen; die andere besteht aus kleineren, stärker tingirten, zahlreicheren kugeligen Stücken, die wir Karyomeriten nennen wollen, da sie unzweifelhaft aus dem Eikerne hervorgegangen sind. Die gefaltete Membran ist etwas dünner geworden, ihre Conturen sind nicht mehr scharf; eine Stunde später ist sie nicht mehr nachzuweisen.

Von da ab lässt sich der Vorgang summarisch behandeln. Das Polplasma rückt immer tiefer ein, nimmt an Volumen nicht zu und wird in der Richtung der Eiaxe etwas abgeplattet. Eine schmale Verbindung mit der Eioberfläche persistirt. In dem Polplasma, in der Axe des Eies, trifft man zuerst ein eigenthümliches Gebilde an — den provisorischen Furchungskern. Es ist länglich, seine Axe steht senkrecht auf der des Eies, besteht aus zwei leicht zu unterscheidenden Gruppen: einer chromatinärmeren (Spermatomeriten) mit einer Strahlung umgebenen und einer chromatinreicheren (Karyomeriten).

Die Anzahl der Meriten wird immer grösser. Die Meriten vermehren sich wahrscheinlich durch Theilung. Es bleiben jedoch die Spermatomeriten immer grösser wie die Karyomeriten desselben provisorischen Furchungskernes. Die Anzahl der ersteren ist stets eine kleinere, wie die der Karyomeriten; so zähle ich 1,5 Stunden, nach der Besaamung

5 Spermatomeriten und etwa 20 Karyomeriten; 2 Stunden nach der Besaamung schätze ich die Anzahl der Spermatomeriten auf 12, die der Karyomeriten auf 60; 1 Stunde später kommen auf ca. 50 Spermatomeriten ein paar hundert Karyomeriten.

Ein Merit besteht aus einer wenig chromatinhaltigen Kugel, dem Körper, welche ein Chromatinkorn, Mikrosoma, enthält. Die Spermatomeriten enthalten im Allgemeinen weniger Chromatin, wie die Karyomeriten. Die Körner (Mikrosomen) verhalten sich aber gleich.

4 Stunden nach der Besaamung finden wir den definitiven Furchungskern von einer ellypsoidischen Gestalt, membranlos, wenig gefärbt und in ihm stark gefärbte Chromatinkörner: die Mikrosomen. Der definitive Furchungskern bildet sich dadurch, dass die Körper der Spermato- und Karyomeriten des provisorischen Furchungskernes miteinander verschmelzen und die Mikrosomen dabei frei werden. Aus diesen letzteren baut sich nun der chromatische Antheil der karyokinetischen Figur auf, deren Bildung dem Einschneiden der ersten meridionalen Furche vorangeht.

Die Befunde, die vorläufig als specifische für das Petromyzonei angesehen werden dürfen, lauten wie folgt:

1. Die Substanz des Keimbläschens verbreitet sich an der Oberfläche des Eies, am animalen Pol desselben, um das Polplasma zu bilden.

2. Während der Imprägnation, Hand in Hand mit der Bildung der Dottermembran, umgiebt sich das Polplasma mit einer neuen, dicken gefalteten Membran; sie scheint eine wesentliche Rolle zu spielen, indem sie den Copulationsact auf einen geringen Raum concentrirt. Sie schwindet nach der geschehenen Copulation.

3. Das Polplasma mit den die Befruchtung bewerkstelligenden Elementen, rückt in die Tiefe des Eies, wobei ein dünner protoplasmatischer Strang die Hauptmasse des

Polplasma mit der Oberfläche des Eies verbindet. Dieser Verbindungsstrang liegt in der Axe des Eies und kommt in die Ebene der später einschneidenden, ersten Meridionalfurche zu liegen.

4. Die Befruchtung wird dadurch eingeleitet, dass zuerst der männliche und dann der weibliche Vorkern in Stücke zerfallen, die man mit den Namen Spermato- resp. Karyomeriten belegen kann.

5. Eine Zeit lang kann man die Spermato- resp. Karyomeriten mikrochemisch bequem voneinander unterscheiden.

6. Die Meriten mengen sich zunächst nicht miteinander, sondern bilden zwei eng anliegende Gruppen (provisorischer Furchungskern). Die Trennungsebene der genannten Gruppen fällt mit einer meridionalen Ebene des Eies zusammen.

7. Ein Merit besteht aus einem chromatinarmen Körper und einem chromatinreichen Korn, dem Mikrosom.

8. Der definitive Furchungskern entsteht dadurch, dass die Körper der Karyo- und Spermatomeriten zu einer gleichartigen Masse verschmelzen, in welcher die Mikrosomen, die man nun nicht mehr ihrer Abkunft nach auseinander halten kann, zu liegen kommen.

9. Aus diesen Mikrosomen baut sich der chromatische Antheil der karyokinetischen Figur auf.

Sitzung vom 5. März 1887.

1. Herr G. Bauer legt eine Abhandlung des Herrn A. v. Braunmühl in München „Untersuchungen über p-reihige Charakteristiken, die aus Dritteln ganzer Zahlen gebildet sind, und die Additionstheoreme der zugehörigen Thetafunktionen" vor. Dieselbe wird in den Denkschriften erscheinen.

2. Herr C. v. Voit theilt die Hauptresultate einer in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Alex. Constantinidi aus Manchester ausgeführten Untersuchung „über die Ernährung eines Vegetarianers" mit.

3. Herr N. Rüdinger bespricht „die Befunde an dem Hirn Gambetta's".

Untersuchung der Kost eines Vegetarianers.

Von Carl Voit.

(Eingelaufen 10. März.)

Ich habe schon in der Sitzung vom 6. März 1886 (Sitzungsberichte 1886 S. 5) mitgetheilt, dass uns Gelegenheit gegeben wurde, die Ernährungsverhältnisse eines Vegetarianers, welcher seit Jahren ausschliesslich von Vegetabilien, Schrotbrod und Früchten, lebt, näher zu untersuchen. Ich gebe hier nur die Hauptresultate der Untersuchung, welche im Wesentlichen von Herrn Dr. Alex. Constantinidi aus Manchester ausgeführt worden ist; die Details derselben sollen in der Zeitschrift für Biologie veröffentlicht werden.

Der Mann, ein Tapezierergehilfe, besass ein Körpergewicht von 57 Kilo, er war jedoch ganz gut gebaut und

nicht mager. Er lebte während der Versuchszeit im physiologischen Institut unter steter Beobachtung und wurde während 14 Tagen, in 3 Perioden zu 5, 5 und 4 Tagen, in Beziehung seiner Einnahmen und Ausgaben genau controlirt. Sein Körpergewicht veränderte sich in dieser Zeit nur wenig, es schwankte zwischen 57,1 bis 57,4 Kilo.

In den verzehrten vegetabilischen Nahrungsmitteln (im Mittel 569 gr Brod mit 1233 gr Früchten täglich) waren 719 gr Trockensubstanz enthalten und in letzterer 52 gr Eiweiss, 22 gr Fett und 557 gr Kohlehydrate. Die Japanesen nehmen bei vorwiegend vegetabilischer Kost nach Scheube's Angabe im Reis und den dazu gesetzten Eiweissträgern bei einem mittleren Körpergewicht von 52 Kilo 90 gr Eiweiss, 12 gr Fett und 452 gr Kohlehydrate auf. Für einen kräftigen Arbeiter von 70 Kilo Körpergewicht rechnet man bei gemischter Kost bekanntlich 118 gr Eiweiss, 56 gr Fett und 500 gr Kohlehydrate.

Daraus berechnet sich auf 100 Kilo Körpergewicht eine Einnahme von Eiweiss und Kohlehydraten (nach Umrechnung des Fetts in Kohlehydrate nach dem Wärmewerth):

	Eiweiss	Kohlehydrat	Verhältniss von Eiweiss zu Kohlehydrat
für den Vegetarianer	91	1063	1 : 12
für den Japanesen	178	949	1 : 5
für den kräftigen Arbeiter	169	891	1 : 5

Man ersieht daraus, dass der Vegetarianer, trotzdem er 21 gr Oel getrunken hat, viel weniger Fett im Tag einführt als es für einen kräftigen Arbeiter wünschenswerth ist, welcher 56 gr Fett erhalten soll, aber doch etwas mehr als für gewöhnlich der Japanese.

Die Menge der Kohlehydrate in der Nahrung ist jedoch beim Vegetarianer absolut und auch auf gleiches Körpergewicht reduzirt grösser als bei dem Japanesen, ja sogar

grösser als bei dem rüstigen Arbeiter. Der Vegetarianer ist also, was die stickstofffreien Stoffe der Nahrung anlangt, nicht mässig, sondern geradezu unmässig zu nennen.

Besonders auffallend ist im Gegensatze dazu die höchst geringe Menge von Eiweiss in der Kost des Vegetarianers (nur 52 gr täglich), während der Japanese 90 gr, der kräftige Arbeiter 118 gr von diesem Nahrungsstoff verzehrt. Die Vegetarianer heben zumeist als günstig hervor, dass sie so wenig Eiweiss zu ihrer Erhaltung brauchen; es frägt sich aber, ob sich ihr Körper dabei gut befindet. In der Nahrung unseres Vegetarianers befanden sich täglich 8,4 gr Stickstoff, im Harn 5,3 gr und im Koth 3,5 gr, in den Ausgaben demnach um 0,4 gr Stickstoff mehr als in der Zufuhr, welche einem täglichen Verlust von 2,5 gr Eiweiss entsprechen; der Umsatz an Eiweiss betrug 55 gr oder 91 gr auf 100 Kilo Körpergewicht. Die Stickstoffausscheidung im Harn (5,3 gr) ist bis auf die beim Hunger erhaltene (5,4 gr) herabgesunken.

So auffallend dies auch erscheinen mag, so ist es doch nichts für den Vegetarianer Charakteristisches, sondern etwas was bei jedem Menschen eintritt, wenn er neben wenig Eiweiss einen grossen Ueberschuss von Kohlehydraten geniesst. So finden sich z. B. bei einem unserer früheren Ausnützungsversuche mit Kartoffeln ganz ähnliche Resultate. Der dazu benützte Soldat hat bei reichlicher Zufuhr der stickstoffarmen Kartoffeln nur 71 gr Eiweiss, aber 718 gr Kohlehydrate aufgenommen; im Harn schied er dabei nur 8,8 gr Stickstoff aus, in 93,8 gr trockenem Koth 3,7 gr, so dass er noch 1,0 gr Stickstoff = 6,5 gr Eiweiss von seinem Körper verlor; auch bei ihm war also die Stickstoffausscheidung im Harn fast auf die beim Hunger beobachteten Grösse (7,0 gr) gesunken.

Mit einer so geringen Menge von Eiweiss, wie sie der Vegetarianer aufnahm, können selbstverständlich nur wenig

entwickelte Organe erhalten werden; selbst der nur 57 Kilo schwere Mann büsste dabei trotz des enormen Ueberschusses von Kohlehydraten noch etwas Eiweiss von seinem Körper ein. Es geht daraus auch hervor, dass der Körper des von uns untersuchten Vegetarianers grösseren Leistungen nicht gewachsen sein konnte; es zeigte sich auch in der That, dass der Mann nicht sehr kräftig war und bald ermüdete. Als der kräftige Arbeiter von 74 Kilo Gewicht die gleiche Nahrung (mit 52 gr Eiweiss) aufnahm, wie der Vegetarianer, zersetzte er täglich 82 gr Eiweiss und verlor also 31 gr Eiweiss von seinem Körper.

Was die Ausnützung der organischen Nahrungsstoffe der vegetabilischen Nahrung durch den Darmkanal betrifft, so ist zunächst zu bemerken, dass die Kothmenge des Vegetarianers eine sehr beträchtliche war; er schied im Tag 75 gr trockenen Koth aus, während ein Mensch bei mittlerer Nahrung nur 31 gr trockenen Koth liefert. Es wurde bei der gleichen Nahrung die Ausnützung durch den Vegetarianer und den Arbeiter, welcher an gemischte Kost mit einem Ueberschuss von animalischen Substanzen gewöhnt ist, ermittelt. Dabei wurden von der Nahrung im Koth in Prozent abgeschieden:

	Vegetarianer	Arbeiter
von der Trockensubstanz	10	9
vom Stickstoff	41	42
vom Fett	30	32
vom Stärkemehl	6	4
von den Kohlehydraten	3	2
von der Cellulose	56	37

Die Verwerthung des Stickstoffs der aufgenommenen vegetabilischen Nahrung ist eine äusserst ungünstige; bei den besser ausnützbaren Vegetabilien finden sich höchstens 25 % Stickstoffverlust durch den Koth. Der Darmkanal des

Arbeiters laugt die vegetabilische Nahrung ebenso gut aus wie der des Vegetarianers, der schon Jahre lang an die vegetabilische Kost gewöhnt ist. Es findet demnach eine Angewöhnung des Darms und eine bessere Ausnützung der Vegetabilien bei dem Vegetarianer nicht statt.

Die Kost des Vegetarianers besass ein ziemlich grosses Volumen und er war einen guten Theil des Tages mit dem Kauen und Essen beschäftigt. Die vom Vegetarianer verzehrte Kost ist nicht zweckmässig ausgewählt; denn statt der gut ausnützbaren vegetabilischen Nahrungsmittel (Mais, Reis, den Gebäcken aus Weizenmehl) nimmt er das schlecht ausnützbare Schrotbrod mit Früchten. Er verschmäht es, Eiweissträger aus dem Pflanzenreiche wie die Leguminosen zuzufügen und noch mehr sich der günstigen animalischen Eiweissträger zu bedienen. Der Leib eines tüchtigen Arbeiters könnte mit einer solchen Kost nicht auf die Dauer erhalten werden, namentlich nicht auf seinem Eiweissbestande. Die im hiesigen physiologischen Institute ausgeführten Versuche haben aber ergeben, dass es ganz gut möglich wäre mit Vegetabilien allein, wenn man sie richtig auswählt, einen kräftigen Arbeiter zu ernähren; es ist jedoch nicht einzusehen, warum man, um dem Körper die nöthige Eiweissmenge zuzuführen, nicht auch animalische Substanzen gebrauchen soll, zudem viele Vegetarianer auch Milch, Eier, Käse etc. zulassen.

Das Hirn Gambetta's.

Von N. Rüdinger.

(Eingelaufen 29. März.)

Bald nach dem Tode Gambetta's ging die Nachricht durch die fachwissenschaftliche Presse, dass dessen Hirn nur ein Gewicht von 1100 gr gehabt habe.

Im ersten Augenblick durfte es fraglich erscheinen, ob das Hirn eines in dem besten Mannesalter verstorbenen, bedeutenden geistigen Arbeiters, wie es Gambetta als vielbeschäftigter Advokat und höchst eifriger Politiker gewesen ist, ein so weit unter der Norm befindliches Gehirngewicht gehabt haben könne.

Nun hat sich die Sache bis zu einem gewissen Grade aufgeklärt. Dr. Duval in Paris hat die Ergebnisse seiner an Gambetta's Hirn gemachten Studien in einem Berichte an die Société d'anthropologie bekannt gegeben und dieselben sind geeignet, die zuerst verbreiteten Angaben zu corrigiren.

Duval bezeichnet das Hirn Gambetta's als ein „schönes"; alle Windungen und Furchen seien wohlgebildet und ihre Linien gleichmässig. Das Gewicht des Hirns, welches vorerst gehärtet und geformt worden war, betrug nach einer „approximativen Schätzung" Duvals etwa 1241 gr. Das Hirn wurde demnach nicht im frischen Zustande gewogen, ondern erst gehärtet und abgeformt.

Ohne Zweifel hat dasselbe durch Wasserentziehung viel an seinem ursprünglichen Gewicht verloren. Würde nicht

nur die approximative Schätzung, sondern das wirkliche derzeitige Gewicht des Hirns von Gambetta vorliegen, so könnte man auf Grund der hier in München schon vor längerer Zeit gemachten Gewichts-Bestimmungen an in Alkohol gehärteten Hirnen, welche durchschnittlich 41% ihres Gewichtes verlieren, die Schwere desselben ziemlich genau berechnen. In den jüngsten Mittheilungen Dr. Duvals ist aber vor allem andern die Thatsache von Bedeutung, dass das Hirngewicht eines geistig intensiv arbeitenden Mannes nicht die früher angegebene hochgradige Ausnahme von der Norm gezeigt hat.

Von nicht geringerem Interesse sind auch die Mittheilungen desselben Autors über das Stirnhirn Gambetta's, resp. über die linke dritte Stirnwindung, welche man gegenwärtig als motorisches Sprachcentrum zu bezeichnen pflegt. Im Anschlusse an die Ergebnisse, welche von mir an den Hirnen geistig hochstehender, rhetorisch begabter Männer gewonnen wurden, constatirte Duval an der linken dritten Stirnwindung Gambetta's eine ausserordentliche Entwickelung, mit mehreren sehr bemerkenswerthen Unterabtheilungen, so dass nicht die gewöhnliche Form des grossen lateinischen M, sondern die Gestalt eines grossen lateinischen W herauskomme und Duval glaubt berechtigt zu sein, diese eigenthümliche falten- und furchenreiche Entwickelung der linken dritten Stirnwindung in Zusammenhang bringen zu dürfen mit der aussergewöhnlichen Rednergabe, die Gambetta eigen gewesen sei.

Duvals Untersuchungsergebnisse verdienen um so mehr Beachtung, als bis jetzt nur sehr wenige vergleichende Untersuchungen an Hirnen geistig hochstehender und rhetorisch begabter Männer gemacht worden sind.

Auf Grund meiner eigenen Studien bin ich zur Zeit genöthigt, an der Annahme festzuhalten, dass die vergleichend-anatomischen Untersuchungen an den einzelnen Hirnab-

theilungen, insbesondere an den mehr oder weniger abgegrenzten Windungsgruppen derselben mit Rücksicht auf die Individualität und die bei derselben stattgehabte Ausbildung specifischer Anlagen werthvollere Ergebnisse zu versprechen scheinen, als z. B. die Bestimmung des absoluten und relativen Gewichtes des ganzen Hirns, dessen Werth jedoch nicht unterschätzt werden soll.

Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 128. Stiftungstages

am 28. März 1887.

Der Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, zeigt an, dass die Classe im verflossenen Jahre 5 ihrer correspondirenden Mitglieder durch den Tod verloren hat. Es sind gestorben: der kais. russ. Staatsrath und Präsident der Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau, Karl Renard; der Professor der Astronomie an der Wiener Hochschule, Hofrath Theodor v. Oppolzer; der Professor der Physik an der Akademie zu Genf, Elias Wartmann; der Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens zu Berlin, August Wilhelm Eichler und der Professor der Mineralogie an der Universität in Erlangen, Friedrich Pfaff.

Karl J. Renard.

Karl J. Renard, kais. russ. Staatsrath und Präsident der Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau, war seit dem Jahre 1859 correspondirendes Mitglied unserer Akademie und in deren Abtheilung für allgemeine Naturgeschichte eingetragen.

Renard wurde am 22. April 1809 in Mainz als der Sohn eines angesehenen Arztes geboren. Nach in seiner Vaterstadt erhaltener Vorbildung bezog er im Jahre 1828 die Universität Giessen, woselbst er sich dem Studium der Medizin widmete und 1832 den medizinischen Doktorgrad erwarb.

Als junger Doktor begab er sich (1834) nach Moskau, in welcher Stadt sein Onkel Fischer von Waldheim als Professor und Direktor der medizinischen Akademie wirkte. Nachdem ihm auch für Russland die Würde eines Doktors der Medizin bestätiget worden war, betrieb er in Moskau während einiger Jahre die ärztliche Praxis. Er gelangte aber erst in die für seine Talente und Neigungen passende Bahn, als er im Jahre 1840 zum Bibliothekar und Sekretär der Gesellschaft der Naturforscher in Moskau gewählt wurde, welches mühevolle und unbesoldete Amt anzunehmen und mit Umsicht zu verwalten ihm seine Vermögensverhältnisse gestatteten. Daneben bekleidete er noch einige kleinere besoldete Stellen, nämlich die eines Kustos des zoologischen Museums der Universität während 25 Jahren und in späterer Zeit auch die eines Kustos der ethnographischen auswärtigen Sammlung des Rumjanzov'schen Museums.

Im Jahre 1872 proklamirte die Gesellschaft der Naturforscher ihren langjährigen verdienten Sekretär zum Vicepräsidenten und im Jahre 1884 nach Erledigung des Präsidentensitzes durch den Tod des Herrn Fischer von Waldheim zum Präsidenten. In letzterer Würde verblieb er jedoch nur 2 Jahre, da er am 13. September 1886 zu Wiesbaden aus dem Leben schied.

Renard betrachtete es als seine Lebensaufgabe, die Interessen der Gesellschaft der Naturforscher zu fördern; 46 Jahre hindurch widmete er ihr seine ganze Zeit und besorgte ihre Geschäfte, vor Allem die Herausgabe der Bulletins und der Memoiren. Er that dies mit unübertrefflicher Pünkt-

lichkeit, bereitwilligster Dienstfertigkeit und grösster Freigebigkeit; die ausgebreitete Correspondenz mit den Gelehrten, mit denen die Gesellschaft in Verbindung stand, führte er mit einem seltenen Eifer und er hat dadurch die volle Anerkennung und Dankbarkeit der einheimischen und auswärtigen Mitglieder verdient. Auch mit unserer Akademie unterhielt er in früheren Jahren einen fleissigen Verkehr und nahm jede Gelegenheit wahr, der Akademie und deren einzelnen Mitgliedern gefällig zu sein.

Obwohl Renard niemals eine wissenschaftliche Arbeit veröffentlicht hat, so erwarb er sich doch durch die genannten Eigenschaften die Ehrenmitgliedschaft von 130 gelehrten Gesellschaften aller Länder. Namentlich als er im Jahre 1865 das 25jährige Jubiläum als Sekretär der Gesellschaft der Naturforscher und im Jahre 1882 das 50jährige Doktorjubiläum feierte, erhielt er von allen Seiten Ehren und Auszeichnungen, hohen Rang sowie zahlreiche Orden.

Die Verdienste, welche sich Renard um die Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau erworben hat, sind gross genug, um ihm auch für die Zukunft einen ehrenvollen Namen in der gelehrten Welt zu sichern.[1])

Theodor v. Oppolzer.

Unerwartet hat der Tod ein in vollster Blüthe stehendes wissenschaftliches Leben zerstört. Am Morgen des 26. Dezember 1886 erlag Th. v. Oppolzer einem akuten Herzleiden; mit ihm ist einer der bedeutendsten Astronomen der Gegenwart dahingegangen, der seiner Wissenschaft unvergessliche Dienste geleistet und nicht minder bedeutende noch in Aussicht gestellt hat.

---

1) Nach gütigen Mittheilungen des Professors an der Petrowsky'schen Agrar-Akademie zu Moskau, Herrn Dr. H. Trautschold. Siehe auch: Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou 1886 Nr. 2.

Geboren als der einzige Sohn des berühmten Klinikers und Arztes Johannes v. Oppolzer am 26. Oktober 1841 in Prag, kam Oppolzer im zartesten Kindesalter nach Leipzig, wohin sein Vater an die Universität berufen worden war, und kurze Zeit darauf nach Wien. Dem Wunsche des Vaters folgend wandte er sich nach absolvirter Gymnasialzeit dem Studium der Medizin zu, obwohl eine schon damals ausgesprochene Neigung und ein ebenso entschiedenes Talent ihn zu eingehender Beschäftigung mit den mathematischen Wissenschaften, insbesondere mit der Astronomie, trieb. So finden wir den jungen Oppolzer Anfang der 60er Jahre auf das Eifrigste mit medizinischen Studien beschäftiget, daneben aber in seinen Mussestunden astronomischen und mathematischen Problemen nachhängend. Man wird nicht fehlgehen, wenn man behauptet, dass Oppolzer zu gleicher Zeit ein tüchtiger Mediziner und ein kenntnissreicher Astronom geworden ist und dass er ebenso gut, wie er im Jahre 1864 zum Doctor medicinae promovirt wurde, auch als Astronom die höchste akademische Würde hätte erreichen können. Denn schon vor jenem Zeitpunkte hatte er begonnen sich durch selbständige wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Astronomie bekannt zu machen; datiren doch seine ersten in den „Astronomischen Nachrichten" publizirten Berechnungen von Planeten- und Kometenbahnen bereits aus dem Jahre 1862. Fast um dieselbe Zeit richtete er sich in seinem Vaterhause eine schöne Sternwarte ein, die ihm Gelegenheit gab, sich mit der astronomischen Praxis vertraut zu machen.

Durch äussere Verhältnisse begünstiget, welche ihm von einem erwerbenden Gebrauche seiner medizinischen Kenntnisse abzusehen gestatteten, entwickelte sich von nun ab Oppolzer als Astronom in schneller und glänzender Weise. Sehr bald (1866) finden wir ihn als Dozenten der theoretischen Astronomie, dann (1870) als ausserordentlichen, später seit 1875

als ordentlichen Professor der Astronomie und höheren Geodäsie an der Wiener Hochschule, der er durch 20 Jahre bis zu seinem Lebensende und trotz mancher verlockenden und ehrenden Berufung nach Deutschland treu geblieben ist. Oppolzer fand von jeher Vergnügen an dem Verkehr mit jungen aufstrebenden Talenten und wusste dieselben in jeder Weise zu fördern. Da er ausserdem ein ganz ausgesprochenes Lehrtalent besass, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn er als akademischer Lehrer auf einer sehr hohen Stufe stand. Er ist einer der wenigen Astronomen gewesen, dem es gelungen ist, eine eigene astronomische Schule zu gründen, d. h. Schüler heranzuziehen, die ganz im Sinne des Meisters und zum Theil in den von ihm angegebenen Richtungen die Wissenschaft zu fördern bestrebt sind. Die Wiener Universität hat desshalb durch Oppolzers Tod einen fast unersetzlichen Verlust erlitten.

Nicht so sehr durch Beobachtungen am Sternenhimmel, sondern vielmehr durch mit unermüdlicher Arbeitskraft und seltenem Geschicke durchgeführte Berechnungen der Vorgänge an letzterem, hatte sich Oppolzer in kurzem in die vorderste Reihe seiner Fachgenossen gestellt.

Schon in seinen ersten astronomischen Arbeiten machte sich ein entschiedenes Talent bemerkbar, verwickelte und weitläufige Zahlenoperationen mit bewundernswerther Umsicht anzulegen und mit Schnelligkeit und Sicherheit durchzuführen. Er wurde so von selbst auf dasjenige Gebiet der Astronomie geführt, welches diesem Talente einen weiten und ergiebigen Wirkungskreis eröffnete: nämlich auf die Berechnung von Planeten- und Kometenbahnen. So finden wir Oppolzer am Anfange seiner wissenschaftlichen Laufbahn damit beschäftiget, Dutzenden von Asteroiden und Kometen ihre Bahnen um die Sonne zuzuweisen und immer wieder kehrt er, auch wenn er inzwischen in ganz anderen Theilen der Astronomie thätig gewesen war, zu dieser seiner

Lieblingsbeschäftigung, stets neue Gesichtspunkte und Fortschritte in verschiedenen Richtungen bringend, zurück. Auf solche Weise wurde er mit diesem Theile der Astronomie so innig vertraut, wie wohl kein zweiter Astronom der Gegenwart. Seine grossen Erfahrungen und die tiefen Kenntnisse auf diesem Gebiete legte er in seinem zweibändigen klassischen „Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten" nieder. Man würde jedoch sehr irren, wenn man in diesem Werke nur eine Darstellung der vorhandenen Kenntnisse, wie sie sein Verfasser vorgefunden hat, suchen wollte. Eine solche Aufgabe wäre einem so originellen Geiste wenig congenial gewesen. Oppolzer's Werk ist vielmehr in den meisten Theilen durchaus selbständig und weiterführend. Seine Methode der Berechnung von Kometenbahnen aus der Beobachtung einiger Stücke derselben ist eine Verallgemeinerung der früher bekannten zuerst von Olbers aufgestellten, geht aber von durchaus neuen und fruchtbringenden Gesichtspunkten aus. Und in gleicher Weise wird man seine Methode der Planetenbahnberechnung als einen unzweifelhaften Fortschritt bezeichnen müssen und das bedeutet auf einem Gebiete, das zuerst von einem Gauss und nachher von einem Hansen weiter bearbeitet worden ist, wahrlich nicht wenig.

Es ist in der That vorzüglich Oppolzer's Verdienst, wenn heut zu Tage die Bahnbestimmungen von Planeten und Kometen ungleich einfacher und auch genauer geworden sind.

Er nahm dann an der Expedition nach Aden zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 Theil. Auch der Vorübergang der Venus vor der Sonnenscheibe im Jahre 1874 führte ihn zu einer bedeutsamen Untersuchung, bei der ihm eine neue theoretische Behandlung der für die Astronomie so wichtigen Aufgabe gelang.

Ein völlig neues Arbeitsfeld erschloss sich Oppolzer, als er im Jahre 1873 den Auftrag erhielt, die astronomisch-geodätischen Arbeiten für die europäische Gradmessung in Oesterreich auszuführen. Mit der ihm eigenen Energie und Arbeitslust ergriff er den ihm bis dahin fremden Gegenstand und bald hatte er Gelegenheit ganz neue Seiten seiner Begabung zu entfalten. Denn dieselbe Selbständigkeit, mit der er in der theoretischen Astronomie aufgetreten war, zeigte er sofort bei der Inangriffnahme der sich darbietenden praktischen Aufgabe. Noch ist sehr wenig über die endgültigen Resultate der unter seiner Leitung angestellten Gradmessungsarbeiten in die Oeffentlichkeit gedrungen, was darüber aber bekannt geworden ist, muss wahrlich Bewunderung vor Oppolzer's Thätigkeit hervorrufen. Mit erstaunlicher Energie hat er den ganzen von ihm aufgestellten Plan, welcher nicht nur astronomische Bestimmungen, sondern auch Pendelmessungen umfasste in verhältnissmässig kurzer Zeit zur Durchführung gebracht und hierbei überall, sei es in Verbesserungen an Instrumenten, sei es in Abänderungen der gebräuchlichen Beobachtungsmethoden das Beste zu erreichen gestrebt und wohl auch erreicht. Die Beobachtungen sind seit Kurzem abgeschlossen und die rechnerische Bearbeitung des grossen Beobachtungsmaterials dem Abschlusse nahe. Dass es Oppolzer nicht vergönnt war, die endgültigen Resultate des ganzen Unternehmens zu redigiren, ist in hohem Grade zu bedauern. Gewiss hätte er auch hier nur ganz Ausgezeichnetes hervorgebracht.

Auch die bayerischen Gradmessungsarbeiten erfreuten sich der erfolgreichen Mitwirkung von Oppolzer, insofern er die erforderlichen Anordnungen traf, dass für München die geographischen Längenunterschiede mit Prag, Wien, Mailand, Padua, Genf, Strassburg und Greenwich bestimmt werden konnten, und insofern er durch leihweise Ueberlassung seines kostbaren Pendelapparates eine Bestimmung

der Länge des Sekundenpendels an der hiesigen Sternwarte ermöglicht hat.

Aber auch diese umfassende Thätigkeit genügte noch nicht der Arbeitskraft des Dahingeschiedenen. Fragen von weitreichender Bedeutung beschäftigten ihn fortwährend und eine grosse Anzahl von Abhandlungen in den Sitzungsberichten der k. k. Akademie in Wien und in den Astronomischen Nachrichten, so z. B. die über das sogenannte Störungsproblem d. h. über die Aenderungen der Bahnen der Himmelskörper durch die Gravitationseinwirkung der grossen Planeten, geben Zeugniss von den vielseitigen Interessen des Verfassers und von einer nicht gewöhnlichen Produktivität. In den letzten Jahren seines Lebens beschäftigten Oppolzer besonders drei Gegenstände, von denen ihm nur einen zum völligen Abschluss zu bringen vergönnt war, allerdings zu einem höchst bedeutungsvollen.

Schon vor mehreren Jahren hatte sich Oppolzer mit der Mondbewegung, insofern sie bei den Phänomenen der Finsternisse in Frage kommen, abgegeben, Die Resultate seiner Untersuchungen fasste er in einer Schrift: „Syzygientafeln für den Mond etc." Leipzig 1881, zusammen. Mit Hilfe dieser Tafeln ist man im Stande, die näheren Umstände jeder Finsterniss zu berechnen. Wenn auch diese Rechnung, Dank den Vereinfachungen, die zum Theil wieder von Oppolzer herrühren, nicht schwierig durchzuführen ist, so erschien es doch nicht zweifelhaft zu sein, dass eine Zusammenstellung sämmtlicher Finsternisse, welche in historischen Zeiten stattgefunden haben, von der grössten Wichtigkeit und namentlich für die Chronologie und Geschichte von geradezu unschätzbarem Werthe wäre. Oppolzer's Energie schrak vor einem solchen Werke, welches eine geradezu riesige Arbeit bedingte, nicht zurück. Von einem Stabe junger und tüchtiger Schüler umgeben, besass er die Möglichkeit, zahlreiche Mitarbeiter zu gewinnen und dies war noth-

wendig, denn für einen Menschen wäre die Aufgabe wohl zu umfangreich gewesen. Es muss hervorgehoben werden, dass Oppolzer hierbei nicht geringe materielle Opfer bringen musste und dass hier ein in Deutschland leider seltener Fall vorliegt, wo ein mit irdischen Gütern reich gesegneter Mann nicht nur sein ganzes Leben wissenschaftlichen Interessen weiht, sondern jene für wissenschaftliche Zwecke in ausgedehnter Weise verwendet. Nur auf diese nicht genug hervorzuhebende Art war das Gelingen des ganzen Werkes möglich.

Der Druck des grossartigen „Kanon der Finsternisse" war bis auf wenige Bogen vollendet, als sein Verfasser aus dem Leben abberufen wurde. Jetzt liegt das Werk der Beurtheilung der Mitwelt vor und gibt von Neuem Zeugniss von dem grossen Verlust, welchen die Astronomie erlitten. Enthaltend sämmtliche Sonnen- und Mondsfinsternisse zwischen den Jahren 1207 v. Chr. bis 2167 n. Chr., für erstere auch die Zeiten der Totalität auf einer grossen Anzahl von Karten gebend, wird dasselbe eine unschätzbare Stütze für alle chronologischen Untersuchungen bilden. Dem Andenken des Verfassers aber ist hierdurch ein Denkmal grössten Styles bis in die entferntesten Zeiten errichtet.

Im Zusammenhang mit seinen Finsternissstudien hat sich Oppolzer in den letzten Jahren eingehend mit dem äusserst schwierigen Problem der Theorie der Bewegung des Erdmondes beschäftiget. Wie tief er in dasselbe eingedrungen, wie originell und viel versprechend er es erfasst, davon gibt seine im vorigen Jahre erschienene Schrift „Entwurf einer Mondtheorie" den glänzendsten Beweis. Denn es gelang ihm die analytische Anbahnung des Weges, auf welchem die Lösung als eine völlig strenge und zugleich einwurfsfreie erscheint. Die von ihm erdachte neue Integrationsmethode verspricht grosse und aussichtsreiche Vortheile darzubieten.

Seit langer Zeit hat sich ferner Oppolzer mit der berühmten Frage der Strahlenbrechung in unserer Atmosphäre abgegeben. Er wurde hier zu einer neuen Theorie geführt, die er ebenfalls im letzten Jahre ausgearbeitet hat, und die günstige Aussichten auch in diesem Gebiete eröffnete. Die beiden letzteren bedeutenden Arbeiten enthalten ein reichhaltiges und schönes Arbeitsprogramm, das sich der Verfasser für die nächsten Jahre gestellt hatte und dessen Durchführung nun durch seinen unerwarteten Tod ins Stocken gerathen ist. Hoffentlich bleiben die dort ausgesprochenen Ideen nicht fruchtlos. Der Schmerz aber, dass ein so reiches, in mächtigem Aufstreben begriffenes Leben vernichtet worden ist, ist desshalb um so nachhaltiger.

Auch die allgemeine Einführung der einheitlichen Weltzeit war ein von ihm besonders eifrig verfolgtes Thema.

Ausserdem haben manche wissenschaftliche Unternehmungen, wie die internationale Gradmessung, die astronomische Gesellschaft u. A., bei denen die Persönlichkeit einzelner hervorragender Mitglieder von nicht geringerem Gewicht ist wie ihre wissenschaftliche Bedeutung, durch Oppolzer's Tod einen schweren Schlag erlitten. In der That war der Verstorbene eine Persönlichkeit, die in allen Kreisen, in denen sie auftrat, zu imponiren wusste. Scharf in der Vertretung sachlicher und wissenschaftlicher Controversen, mild und fremdes Verdienst anerkennend in persönlichen Fragen, liebenswürdig gegen Jedermann, so steht Oppolzer's Bild im Gedächtnisse seiner Freunde, Schüler und Bekannten, welche nun den frühzeitigen Tod dieses seltenen Mannes auf das Tiefste beklagen.[1])

---

1) Nach den mir gütigst überlassenen Aufzeichnungen des Herrn Hugo Seeliger. Siehe auch den Nekrolog in der Beilage zur Allg. Zeitung vom 13. Januar 1887 Nr. 13 von F. R. Ginzel.

Élie Wartmann.

Mit Élie-François Wartmann hat nicht nur die Universität Genf einen trefflichen Lehrer und Forscher in der Physik verloren, sondern auch seine Vaterstadt und sein Vaterland einen Bürger, der stets gerne bereit war, durch sein reiches Wissen gemeinnützige Unternehmungen zu fördern.

Geboren den 7. November 1817 zu Genf besuchte er die Akademie dieser Stadt, an welcher in der damaligen Zeit hervorragende Kräfte als Lehrer der Naturwissenschaften, für die er sich schon früh interessirte, thätig waren. Er zeichnete sich bei den Prüfungen durch seine Kenntnisse, vor Allem in den mathematischen und physikalischen Wissenschaften aus und lenkte dadurch die Aufmerksamkeit seiner Lehrer auf sich, so zwar, dass er sich im Alter von 21 Jahren (1838) für die an der Akademie zu Lausanne erledigte Professur für Physik und Chemie melden durfte und dieselbe auch durch einstimmigen Beschluss erhielt.

Man ersah dorten bald, dass der junge Professor der ihm gestellten Aufgabe gewachsen war; man hatte in ihm einen für die Sache begeisterten Lehrer gewonnen, der durch einen beredten klaren Vortrag und gewandt ausgeführte Experimente die Schüler zu fesseln wusste. Auch mit wissenschaftlichen Arbeiten begann er sich in Lausanne eifrig zu beschäftigen, deren Resultate, wie die meisten seiner späteren, er in den zu Genf erscheinenden naturwissenschaftlichen Zeitschriften niederlegte, wodurch sein Name bald weiteren Kreisen bekannt wurde.

Er sollte jedoch nicht lange in diesem Wirkungskreise bleiben, denn als in Folge der Genfer Revolution vom Jahre 1846 der berühmte Physiker August de la Rive mit noch mehreren der bedeutendsten Professoren der dortigen Hochschule seine Entlassung nehmen musste, da wurde Wartmann (1848) als Physiker vorgeschlagen und anfangs nur

provisorisch, dann aber definitiv ernannt. Bis zum Frühjahr 1886, also volle 38 Jahre hindurch, waltete er mit grosser Pflichttreue seines Amtes: er hat sich dabei als Lehrer sowie auch durch Herstellung einer reichhaltigen und musterhaften physikalischen Sammlung erhebliche Verdienste um die Universisät Genf erworben.

Die zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten Wartmann's bewegen sich auf mehreren Gebieten der Physik.

Zunächst waren es, angeregt durch de la Rive's Vorträge, die elektrischen und magnetischen Erscheinungen, welche ihn (zumeist in den Jahren 1840—1850) beschäftigten. Er untersuchte namentlich die Beziehungen der Elektricität und des Magnetismus zu den anderen physikalischen Kräften und fand, dass die ersteren viele der übrigen Eigenschaften nicht beeinflussen, also z. B. nicht die Elasticität einer Stahlfeder oder die Schnelligkeit der Erkaltung eines Körpers, oder die chemischen Wirkungen des Lichtes. Er zeigte auch, dass die Pole eines Magnets chemische Verbindungen nicht zerlegen wie die Elektroden einer galvanischen Batterie. Gegenüber diesen negativen Resultaten konnte er darthun, dass ein Metall ein besseres Leitungsvermögen für Electricität annimmt, wenn man durch Druck sein Volum vermindert. Dabei ersann er auch seinen voltaischen Compensator, mit welchem man längere Zeit die Intensität eines elektrischen Stromes durch sinnreiche Regulirung der Widerstände constant zu erhalten vermag.

In einer weiteren Reihe von Versuchen befasste er sich mit dem Nachweis der Identität der chemisch wirkenden und der wärmenden Strahlen der Sonne. Ebenso wie vorher Faraday für die Lichtstrahlen eine Drehung der Polarisationsebene durch den Magnetismus nachgewiesen hatte, erkannte jetzt Wartmann das Gleiche für die durch Glimmerplatten polarisirten dunkelen Wärmestrahlen; ferner sind nach ihm die von der Sonne ausgehenden und durch die Atmosphäre

reflektirten Wärmestrahlen polarisirt wie das blaue Licht des Himmels; auch können nach seinen Versuchen die chemischen Strahlen des Spektrums ebenso polarisirt werden wie die Licht- und Wärmestrahlen.

Er interessirte sich längere Zeit für die damals noch wenig untersuchten merkwürdigen Erscheinungen der Rothblindheit des Auges oder des Daltonisums, wobei man bekanntlich das Roth von anderen Farben nicht zu unterscheiden vermag. Er that dar, dass die Rothblindheit häufiger vorkommt als man meinte und er hob als einer der ersten (1840) die Gefahren hervor, welche daraus bei dem Gebrauch von Farbensignalen bei der Dampfschifffahrt oder dem Eisenbahndienst erwachsen können.

Auch die von Pflanzen ableitbaren elektrischen Ströme erregten seine Aufmerksamkeit.

Wartmann's Sinn war bei seinen Arbeiten stets auch auf die Anwendung der durch die Wissenschaft gefundenen Thatsachen für das Leben und die Praxis gerichtet. Er hatte es mehrfach erlebt, welche Bedeutung die Entdeckungen der Wissenschaft für die Entwickelung der Industrie gewinnen können und welche Wohlthaten daraus für die Menschheit erwachsen. Darum nahmen ihn Fragen der elektrischen Beleuchtung oder der elektrischen Telegraphie wie z. B. die des gleichzeitigen Durchgangs entgegengesetzt gerichteter Ströme durch ein und denselben Draht lebhaft in Anspruch.

Seine ausgebreiteten Kenntnisse der Thatsachen sowie der Bedürfnisse der Praxis, verbunden mit der grössten Bereitwilligkeit seinen Rath zu ertheilen, haben ihm einen bedeutenden Einfluss auf die Genfer Industrie und das Gewerbe verschafft. In der berühmten Société des arts, namentlich in deren Klasse für Industrie und Handel, deren Präsident er 11 Male gewesen, war er mit Aufopferung thätig. Diesem

reichen Institute verdankt die Stadt Genf einen beträchtlichen Theil ihres künstlerischen und industriellen Rufes, und der Titel eines aktiven Mitgliedes desselben ist stets als eine ehrende Auszeichnung für Gelehrte, Industrielle und Künstler angesehen worden. Die Gesellschaft hat durch Aufstellung von Preisfragen, durch Veranstaltung von Abendvorlesungen aus dem Gebiete der Gewerbe, des Handels, der Künste und des Ackerbaues, durch Schaffung von Gewerbe- und Kunstausstellungen zu Genf, durch Errichtung der Uhrmacherschulen, von Bibliotheken und grossartigen Sammlungen für die Mechanik und das Gewerbe zu nützen gesucht. Man hat in Genf wohl erkannt, dass eine Handelsstadt nicht genug thun kann, um den Sinn der Bevölkerung auf die idealen Güter zu lenken und man hat daselbst stets Gelehrte gefunden, welche dem Gemeinwohl ihre Dienste widmeten, so z. B. Saussure, Pictet, de Candolle, de la Rive, Colladon, Gautier, Plantamour etc. Zu diesen Wohlthätern Genfs gehört auch Wartmann; er nahm sich besonders des industriellen Museums und der Uhrmacherei an, indem er in der Societät eine Sektion für Uhrmacherei errichtete und die Prüfung der Chronometer an der Sternwarte veranlasste; auch war er der Hauptbegründer der Schweizer Zeitschrift für Uhrmacherei.

Es lässt sich wohl denken, dass Wartmann's Zeit durch diese Aufgaben, dann durch Uebernahme anderer Ehrenämter sowie durch häufige Vertretung der Schweiz bei Ausstellungen und durch Berichterstattungen so in Anspruch genommen war, dass seine wissenschaftliche Thätigkeit in den letzten Jahren in den Hintergrund trat. Jedoch ist auch so sein Wirken ein fruchtbares gewesen.

Im Sommer 1886 erkrankte Wartmann ernstlich, und erholte sich nicht mehr so weit, um im Herbst, wie er gehofft hatte, seine Vorlesungen wieder aufnehmen zu können. Er starb plötzlich am 11. September 1886; in

der Wissenschaft, sowie in der Stadt Genf wird seine Name in Ehren gehalten werden.[1])

August Wilhelm Eichler.

Am 2. März 1887 erlag, erst 48 Jahre alt, der ord. Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens und Museums in Berlin, August Wilhelm Eichler einer langwierigen Krankheit (Leukämie).

Eichler nahm unter den systematischen Botanikern, welche der vergleichend-morphologischen Richtung angehören und diese Richtung durch das Studium der Entwicklungsgeschichte und der diagrammatischen Verhältnisse des Blüthenbaues zu vertiefen suchen, eine der ersten Stellen ein. An allgemeiner Orientirung in dem System mögen ihn diejenigen, welche für die ersten Systematiker der Erde überhaupt gelten, wie Hooker in England, Baillon in Frankreich, Asa Gray in Amerika noch vorgegangen sein, in dem Streben aber für den Ausbau des Systems in der bezeichneten Richtung wissenschaftliche Grundlagen zu gewinnen, steht er keinem anderen nach.

Geboren am 22. April 1839 zu Neukirchen im damaligen Kurfürstenthum Hessen, wo der Vater Lehrer war, studirte er Naturwissenschaften an der Universität Marburg, vollendete im März 1861 seine Studien und trat dann als Lehramtspraktikant an dem Gymnasium zu Marburg ein. Sein Hauptinteresse war während seiner Universitätszeit der Botanik zugewandt und schon seine Inaugural-Dissertation „zur Entwicklungsgeschichte des Blattes" zeigte die Richtung an, die er fortan mit so viel Erfolg betreten hat.

Der Marburger Botaniker Wigand erkannte das Talent des jungen Mannes und empfahl ihn dem berühmten ver-

1) Mit Benützung der Nekrologe von Charles Soret in Arch. des Sciences physiques et naturelles, Genf, T. 16. Nov. 1886 p. 488, und von Daniel Colladon, Notice biographique.

storbenen Mitgliede unserer Akademie, Martius, als geeigneten Mitarbeiter an dessen Flora Brasiliensis, der weitaus hervorragendsten und glänzendsten unter allen der bisherigen Publikationen gleicher Art.

So kam Eichler im Jahre 1861 nach München, wo er sich 1865 als Privatdozent an der Universität habilitirte.

Die Erwartungen, welche Wigand und auch Martius bei seiner Berufung in ihn setzten, sind wohl durch den Fleiss und das Geschick, womit Eichler seine Aufgabe ergriff und durchführte, weit übertroffen worden; nach dem Tode von Martius wusste man auch keinen besseren als ihn zu finden, dem die Fortführung des von jenem begonnenen grossen Werkes anvertraut werden konnte.

Unter der Leitung eines der erfahrensten Führer war ihm die Gelegenheit und die Veranlassung geboten worden sich in den verschiedensten Theilen des Systemes umzusehen, und diese Umschau fiel in eine Zeit, in welcher sich die in München gezeitigte morphologische Betrachtungsweise Karl Schimper's und Alexander Braun's und deren Bestreben, die Mannigfaltigkeit des Blüthenbaues auf allgemeinere Gesetze zurückzuführen, allmählich so weit befestiget hatte, dass die Anwendung der von ihnen begründeten diagrammatischen Methode auf das System im Allgemeinen durchführbar und eine Durchforschung des Systemes nach dieser Methode ein Bedürfniss geworden war.

Eichler gelang es, nachdem er bei der Bearbeitung verschiedener Familien für die Flora Brasiliensis diese Methode in Anwendung zu bringen versucht hatte, für deren weitere Durchführung den Rath und die Unterstützung Alexander Braun's selbst, des Freundes und Schülers von Martius zu gewinnen, und so glückte es ihm, indem er sich auf die Schultern der beiden Männer stellen konnte, das Feld, das Schimper und Braun geebnet hatten, nicht nur weiter mit zu bebauen, sondern auch die lange vorbe-

reitete Ernte auf demselben unter Mitwirkung Alexander Braun's zu halten.

Es entstand so seine klassische Arbeit über die Blüthendiagramme (1874—1878), welche für die jetzige Systematik vielfach die Grundlage und der Leitfaden geworden ist. Was für die botanische Wissenschaft diese Arbeit Eichler's, der in der gleichen Richtung seitdem unverändert weiter thätig war, bedeutet, ist dadurch wohl am besten zum Ausdrucke gekommen, dass ihm von der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie auf den Vorschlag von Alexander Braun die Cothenius-Medaille zuerkannt worden ist, als demjenigen, dessen Arbeiten dem Fortschritte der Botanik in der jüngsten Zeit den augenfälligsten Vortheil geleistet haben.

Es kann nicht fehlen, dass man vielseitig bestrebt war, den ausgezeichneten Systematiker zu gewinnen; Eichler folgte 1871 einem Rufe als Professor der Botanik an die technische Hochschule des Joanneums zu Graz, 1873 kam er als Professor der Botanik an die Universität Kiel und 1878 wurde er als Nachfolger Alexander Braun's nach Berlin berufen.

Dort entwickelte er, obwohl bald kränkelnd, eine umfangreiche und fruchtbringende Thätigkeit, und es ist nur tief zu beklagen, dass dem Leben des hervorragenden Forschers, der noch Viel für die Wissenschaft hätte leisten können, so frühzeitig ein Ende bereitet worden ist.

Friedrich Pfaff.

Am 18. Juli 1886 ist in Erlangen das correspondirende Mitglied der mathematisch-physikalischen Classe, der verdienstvolle Mineraloge und Geologe Friedrich Pfaff nach kurzem Krankenlager verschieden. Mit reichem Talente für die Beobachtung der Erscheinungen in der Natur und mit umfassendem Wissen ausgerüstet, hat er in rastloser Arbeit viel Erspriessliches für die Wissenschaft geleistet.

Friedrich Pfaff ward am 17. Juli 1825 zu Erlangen geboren. Er entstammte einer Familie, welche der Naturwissenschaft schon mehrere ausgezeichnete Kräfte gestellt hatte. Sein Vater Wilhelm Andreas Pfaff, der als ein geistvoller und origineller Mann geschildert wird, ein geborener Württemberger, war Professor der Mathematik und Astronomie, zuletzt an der Universität in Erlangen, und befasste sich vorzüglich mit astronomischen Fragen. Auch die beiden älteren Brüder des Vaters hatten sich in der Wissenschaft einen guten Namen erworben; der Eine, Johann Friedrich Pfaff, war Professor der Mathematik an der Universität zu Helmstädt und zu Halle; der Andere, Christian Heinrich Pfaff, der Jugendfreund Cuvier's, hatte als Professor der Medizin, der Physik und der Chemie zu Kiel eine umfassende Thätigkeit ausgeübt, und namentlich die chemische Zusammensetzung vieler Mineralien festgestellt, sowie die Grundlage zu der Kenntniss des für die Nervenphysiologie so wichtigen Zuckungsgesetzes in seiner Abhängigkeit von der Stromrichtung gelegt.

Die Erziehung der Kinder Wilhelm Pfaff's geschah im Sinne des christlich-evangelischen Glaubens, jedoch in Gestattung einer freien Entwicklung ihrer Individualität, sie lernten im elterlichen Hause, in dem Schubert, Rückert und Schelling verkehrten, auch ein Verständniss für die Poesie und die Achtung für die Wissenschaft.

Ausschlaggebend für die Richtung, welche der jüngste Sohn Friedrich Pfaff später einschlug, war wohl, dass, als er am Gymnasium zu Erlangen war, welches damals unter der Leitung des vortrefflichen Pädagogen Döderlein stand, der Professor der Mineralogie an der Universität, Karl v. Raumer, zur Weckung und Schärfung des Sinnes für Naturbeobachtung den jungen Gymnasiasten, welche Lust dazu hatten, zwei Mal in der Woche einen Anschauungsunterricht in der Mineralogie, besonders in der Krystallographie, ertheilte.

Wenn man stets einen seine Aufgabe richtig erfassenden Lehrer fände, so wäre diese Art eine vortreffliche, um für das spätere naturwissenschaftliche oder medizinische Studium vorzubereiten.

Friedrich Pfaff widmete sich anfangs dem Studium der Medizin, wobei er Cannstatt's Unterweisung genoss, habilitirte sich auch (1846) in Erlangen als Privatdozent an der medizinischen Fakultät und war eine Zeit lang sogar als praktischer Arzt thätig, stets aber behielt er das lebhafteste Interesse für die Naturwissenschaften, namentlich für die Mineralogie. Er entschloss sich daher bald der letzteren Wissenschaft ganz sich hinzugeben und gieng zu seiner Ausbildung in derselben (1847) zunächst nach Prag, dann nach Berlin, um unter Weiss' Leitung zu arbeiten, woran er eine grössere Reise nach Frankreich, nach Paris und nach der Auvergne zur Untersuchung der dortigen erloschenen Vulkane anschloss. Mit reichen Kenntnissen und Erfahrungen heimgekehrt, wurde er im Jahre 1859 zum ausserordentlichen Professor und 1863 zum ordentlichen Professor der Mineralogie an der Universität Erlangen an Karl v. Raumer's Stelle ernannt, die er bis zu seinem Tode einnahm.

Pfaff war ein gewissenhafter und unermüdlich thätiger Naturforscher; er hat eine grosse Anzahl von Arbeiten auf dem Gebiete der Krystallographie, der Physik der Mineralien, der allgemeinen und experimentellen Geologie und der physikalischen Geographie, insbesondere der Gletscherkunde geschrieben, welche unsere Kenntnisse hierin wesentlich erweitert und vertieft haben.

Als akademischer Lehrer war er wegen seiner Gründlichkeit, der strengen Methode und der Klarheit der Darstellung sehr beliebt; darum wurden auch seine Vorlesungen über Mineralogie, Geologie und Schöpfungsgeschichte nicht nur von Fachleuten, sondern auch von anderen Studirenden gehört.

Wir verdanken ausserdem Pfaff eine Anzahl von trefflichen Lehr- und Handbüchern, in denen er seine Kenntnisse und Ansichten weiteren Kreisen nutzbar zu machen suchte, so z. B. das Lehrbuch der Krystallographie, die Schöpfungsgeschichte, die allgemeine Geologie als exacte Wissenschaft, den Grundriss der Geologie, den Mechanismus der Gebirgsbildung.

Ein Theil von Pfaff's Schriften ist aus seiner besonderen religiösen Stellung hervorgegangen. Als gläubiger Christ, auf dem Grunde der Bibel und der Offenbarung stehend, vermochte er sich nur auf diesem Boden eine Entwicklung des Menschengeschlechtes zum Guten zu denken.

In der Ueberzeugung von einer göttlichen Weltregierung und einer sittlichen Weltordnung erschienen ihm die Dinge als das bewundernswerthe Werk der schöpferischen Weisheit einer höchsten, persönlichen, zweckvoll wirkenden Intelligenz. Diesen seinen Glauben vertheidigte er in Schrift und Wort mit Feuereifer und unerschrockenem Muth gegen anders Gesinnte. Namentlich suchte er zu zeigen, dass die Ergebnisse der Naturwissenschaft sich mit dem Offenbarungsglauben vereinigen lassen; er erachtete es als eine heilige Aufgabe, dem deutschen Volke, das er über Alles liebte, diesen Glauben und eine ideale christliche Auffassung der Welt zu erhalten, und in diesem Sinne trat er auch in die politischen Parteikämpfe ein.

Wenn es auch leider richtig ist, dass so Manches, was von gewisser Seite als sicheres Ergebniss der Naturforschung und als Thatsache verkündiget wird, bis jetzt nur ein Problem oder eine Hypothese ist, welche erst des Beweises harrt, so scheint mir doch Pfaff als Naturforscher bei den zuletzt angegebenen Bestrebungen nicht selten in den gleichen Fehler verfallen zu sein, wie jene, indem er einen Glauben für naturwissenschaftlich erwiesen ansah und geneigt war das,

was er in dieser Beziehung für richtig hielt, auch als das wirklich Wahre zu betrachten. Niemand aber wird dem unerschrockenen Kämpfer für seine Ueberzeugung die Reinheit der Gesinnung und die Lauterkeit des Strebens absprechen können[1]).

1) Mit Benützung des Nekrologes von G. vom Rath, im Neuen Jahrbuch für Mineralogie, 1887 Bd. 1; dann der Rede bei der Beerdigung von Friedrich Pfaff, gehalten von Walter Caspari am 20. Juli 1886. Ferner der Nekrologe: in der deutschen Reichspost, Stuttgart 31. Juli 1886; von A. Ebrard in der Allgemeinen konservativen Monatsschrift für das christliche Deutschland, Bd. 44, Januarheft; in den Akademischen Blättern, Verbands-Organ der Vereine deutscher Studenten 1886, 1. Jahrgang, Nr. 9, S. 77.

Sitzung vom 7. Mai 1887.

1. Herr E. LOMMEL hielt einen Vortrag über „die Photometrie der diffusen Zurückwerfung".

2. Herr KARL HAUSHOFER theilte Beobachtungen „über die mikroscopischen Formen des Germaniumsulfides und des Germaniumoxydes" mit.

3. Herr FRANZ HESSLER liest eine Studie: „allgemeine Uebersicht der Heilkunde der alten Inder".

4. Herr K. A. v. ZITTEL legt eine Abhandlung des Herrn OTTO REIS „über Belonostomus, Aspidorhynchus und ihre Beziehungen zum lebenden Lepidosteus" vor.

Die Photometrie der diffusen Zurückwerfung.

Von E. Lommel.

(Eingelaufen 7. Mai.)

In einer früheren Abhandlung „über Fluorescenz"[1]) habe ich in einem „über die Grundsätze der Photometrie" überschriebenen Abschnitt gezeigt, dass in der theoretischen Photometrie nicht, wie bis dahin üblich war, die Flächenelemente einer leuchtenden Oberfläche, sondern die Volumenelemente des leuchtenden Körpers als lichtstrahlend zu betrachten seien. Demgemäss wurden der theoretischen Behandlung photometrischer Probleme die folgenden drei Sätze zu Grunde gelegt:

1) Lommel, Wied. Ann. X. 449—472; 631—654. 1880.

I. Die von einem Volumenelement nach einem andern strahlende Lichtmenge ist dem Quadrate ihrer Entfernung umgekehrt proportional.

II. Die von einem Volumenelement ausstrahlende und auf ein Flächenelement fallende Lichtmenge ist dem Cosinus des Incidenzwinkels proportional.

III. Das von einem Volumenelement ausstrahlende Licht wird auf seinem Wege innerhalb des strahlenden Körpers nach Massgabe des Absorptionsgesetzes geschwächt.

Der Lambert'sche Satz vom Cosinus des Emanationswinkels war hiedurch aus der Reihe der photometrischen Grundsätze ausgeschieden, und an seine Stelle der vorstehende Satz III gesetzt worden. Das Cosinusgesetz ergab sich vielmehr jetzt als Folgerung aus den obigen Grundsätzen, jedoch nur für undurchsichtige glühende Körper; für Selbstleuchter, die für Licht durchlässig sind, wie z. B. Flammen, gilt das Cosinusgesetz nicht.

In der citirten Arbeit wurde auf der Grundlage obiger Sätze nur das Verhalten selbstleuchtender (glühender und fluorescirender) Körper in Betracht gezogen, dagegen das ungleich schwierigere Problem der mit erborgtem Lichte durch diffuse Reflexion leuchtenden Körper, als mit dem Thema jener Abhandlung nicht in unmittelbarem Zusammenhang stehend, unberührt gelassen.

Auch bei den zerstreut reflectirenden Substanzen war seit Lambert für das von ihnen zurückgestrahlte Licht das Cosinusgesetz angenommen worden. Dasselbe liess sich jedoch weder theoretisch begründen, noch zeigte es sich mit den Beobachtungen in befriedigendem Einklang. Auf diese namentlich auch für die Photometrie der Planeten bedeutungsvolle Sachlage hat neuerdings Seeliger[1]) mit Nach-

1) Seeliger, Vierteljahrsschr. der astronom. Gesellsch. Bd. 20, p. 267; Bd. 21, p. 216.

druck hingewiesen, und insbesondere an einer Reihe Beobachtungen gezeigt, dass von einer experimentellen Bestätigung des Lambert'schen Cosinusgesetzes für zerstreut reflectirende Körper nicht die Rede sein kann. Durch diese Arbeiten Seeliger's angeregt, habe ich die vorliegende bereits 1880 begonnene Arbeit wieder aufgenommen, welche sich die Aufgabe stellt, das Verhalten diffus reflectirender Körper aus den obigen Grundsätzen der Photometrie zu entwickeln.

1. Wenn durch die Fläche $d\omega$ des Volumenelementes $d\omega d\varrho = dv$ eines beleuchteten das Licht diffus zurückwerfenden Körpers die Lichtmenge $d\omega$ (d. i. auf die Flächeneinheit die Einheit der Lichtmenge) senkrecht eindringt, so sei:

$$l\, d\omega\, d\varrho$$

die Lichtmenge, welche von dem Volumenelement nach allen Richtungen hin zerstreut wird. Die Grösse l nennen wir das Diffusionsvermögen des Körpers. Dasselbe ist unabhängig von der Farbe des einfallenden Lichts, und wird nur bedingt von dem Grade der Trübung, Pulverisirung, Zerstäubung, Schaumbläschenbildung, Rissigkeit u. s. w. des zerstreuenden Körpers; für einen vollkommen klaren (limpiden) Körper ist das Diffusionsvermögen $l = 0$.

2. Da das Lichtbündel von der Intensität $d\omega$, indem es die Strecke $d\varrho$ durchläuft, die nach allen Seiten hin zerstreute Lichtmenge $l\, d\omega\, d\varrho$ einbüsst, so erleidet es durch die Diffusion eine Schwächung, die nach demselben Gesetze erfolgt, wie diejenige durch Absorption.

3. Gleichzeitig wird es aber noch geschwächt durch eigentliche Absorption, sowohl beim Durchgang durch die diffundirenden Körpertheilchen selbst, als auch beim Durchgang durch das klar durchsichtige Zwischenmittel, welches die Zwischenräume zwischen jenen Theilchen erfüllt. Durch diese Absorption verliert es noch die Lichtmenge:

$$k\, d\omega\, d\varrho,$$

wo das Absorptionsvermögen k eine Function der Wellenlänge ist, da ja Körpertheilchen und Zwischenmittel „gefärbt" sein können.

4. Die bisher gemachte Annahme, dass das Volumenelement ein gerades Prisma mit zur Richtung des einfallenden Lichtbündels parallelen Seitenkanten sei, ist durchaus nicht nothwendig. Das Volumenelement kann nämlich, welche Gestalt es auch haben mag, parallel zu den einfallenden Lichtstrahlen in schmale gerade Prismen zerlegt gedacht werden, deren jedes in der angegebenen Weise auf das durchgehende Licht einwirkt. Durch ein beliebig gestaltetes Volumenelement werden daher einem Lichtbündel, das für die Einheit des Querschnitts die Einheit der Lichtmenge mit sich führt, durch Absorption und Diffusion die Lichtmengen:

$$k\,dv \quad \text{und} \quad l\,dv$$

entzogen.

5. Die Lichtmenge $l\,dv$ wird von dem Volumenelement nach allen Richtungen ringsum ausgestrahlt. Nehmen wir an, dass die Strahlung nach allen Richtungen hin gleichmässig erfolge, so wird die Oberfläche 4π einer Kugel, welche mit dem Radius 1 um das Volumenelement beschrieben gedacht wird, von der Lichtmenge $l\,dv$ gleichmässig erleuchtet. Die Lichtmenge, welche das Element dv nach einer beliebigen Richtung pro Flächeneinheit dieser Kugel aussendet, beträgt daher:

$$\frac{1}{4\pi}\,dv.$$

6. Wir bestimmen nun die Lichtmenge, welche eine unendlich dünne lichtstrahlende planparallele Schicht, deren Leuchtkraft für die Einheit des Volumens F beträgt, nach einem Volumenelement dv sendet, welches ebenso wie jene Schicht selbst in ein Mittel, dessen Absorptionsvermögen k und dessen Diffusionsvermögen l ist, eingebettet liegt. Ist

ϱ der Abstand der Schicht von dem Elemente dv, $d\varrho$ ihre Dicke, und theilen wir sie durch eine Schaar gerader Kreiskegel, die dv als gemeinschaftliche Spitze und ϱ als gemeinschaftliche Axe haben, in schmale Elementarringe, so ist, wenn α den halben Oeffnungswinkel eines beliebigen dieser Kegel bezeichnet, der Rauminhalt eines solchen Ringes:

$$2\pi\varrho^2 \operatorname{tang}\alpha \sec^2\alpha \, d\alpha \, d\varrho.$$

Dieser Ring sendet nach dem Volumenelemente dv, welches von allen seinen Punkten die Entfernung $\varrho \sec\alpha$ besitzt, die Lichtmenge:

$$dv \cdot \frac{F}{4\pi} \cdot \frac{2\pi\varrho^2 \operatorname{tang}\alpha \sec^2\alpha \, d\alpha \, d\varrho}{\varrho^2 \sec^2\alpha} e^{-(k+l)\varrho \sec\alpha}$$

oder, wenn wir noch der Kürze wegen

$$k + l = m$$

setzen, die Lichtmenge:

$$\tfrac{1}{2} F \, dv \, d\varrho \, d\alpha \operatorname{tang}\alpha \, e^{-m\varrho \sec\alpha},$$

weil ja das Licht auf seinem Wege $\varrho \sec\alpha$ einerseits nach dem umgekehrten Quadrate der Entfernung und andererseits durch Absorption und Diffusion geschwächt wird.

Um die gesammte Lichtmenge zu erhalten, welche von der Schicht, die wir uns von unbegrenzter Ausdehnung denken, dem Volumenelemente dv zugestrahlt wird, hat man diesen Ausdruck nach α von $\alpha = 0$ bis $\alpha = \frac{1}{2}\pi$ zu integriren. Setzen wir:

$$\varrho \sec\alpha = x, \text{ folglich } \operatorname{tang}\alpha \, d\alpha = \frac{dx}{x},$$

so wird:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-m\varrho \sec\alpha} \operatorname{tang}\alpha \, d\alpha = \int_\varrho^\infty \frac{e^{-mx}}{x} dx = -\operatorname{li} e^{-m\varrho},$$

wo:

$$\mathrm{li}\, e^{-m\varrho} = C + \log m\varrho - m\varrho + \tfrac{1}{2}\cdot\frac{(m\varrho)^2}{2!} - \tfrac{1}{3}\frac{(m\varrho)^3}{3!} + - \ldots$$

der sogenannte Integrallogarithmus, und

$$C = 0{,}5772157$$

die Constante des Integrallogarithmus ist.

Die dem Volumenelemente dv von der Schicht $d\varrho$ zustrahlte Lichtmenge beträgt demnach:

$$-\tfrac{1}{2} F\, dv\, d\varrho\, \mathrm{li}\, e^{-m\varrho}.$$

7. Gehört die Schicht $d\varrho$ einem durch Diffusion leuchtenden Körper an, und liegt sie in der Tiefe r' parallel unter der gleichmässig beleuchteten ebenen Oberfläche des Körpers, so ist F offenbar eine Function von r' $(= F(r'))$. Befindet sich das Volumenelement dv in der Tiefe r unter der Oberfläche, so ist:

$$\varrho = r - r',\ d\varrho = -dr',$$

und man hat, um die Lichtmenge zu finden, welche das Volumenelement dv von den darüber liegenden Schichten empfängt, das Integral:

$$-\tfrac{1}{2}\, dv \int_0^r F(r')\cdot \mathrm{li}\, e^{-m(r-r')}\, dr'$$

zu bilden. Für die Schichten unterhalb dv ist:

$$\varrho = r' - r,\ d\varrho = dr',$$

und das Integral:

$$-\tfrac{1}{2}\, dv \int_r^R F(r')\cdot \mathrm{li}\, e^{-m(r'-r)}\, dr'$$

gibt die Lichtmenge an, welche das Volumenelement dv von rückwärts erhält, wenn R die Gesammtdicke des als planparallele Platte gedachten beleuchteten Körpers bedeutet.

Die Lichtmenge, welche die ganze Platte dem in der Tiefe r unter ihrer beleuchteten Oberfläche gelegenen Volumenelemente dv zustrahlt, ist demnach:

$$-\tfrac{1}{2}\,dv\left(\int_0^r F(r')\cdot \mathrm{lie}^{-m(r-r')}\,dr' + \int_r^R F(r')\cdot \mathrm{lie}^{-m(r'-r)}\,dr'\right).$$

8. Bezeichnen wir mit f(r) die Lichtmenge, welche auf diese Weise, nämlich indirect durch die diffuse Strahlung sämmtlicher Theilchen des zerstreuenden Körpers, der Volumeneinheit in der Tiefe r unter der beleuchteten Oberfläche zugeführt wird, so ist:

$$f(r) = -\tfrac{1}{2}\left(\int_0^r F(r')\cdot \mathrm{lie}^{-m(r-r')}\,dr' + \int_r^R F(r')\cdot \mathrm{lie}^{-m(r'-r)}\,dr'\right).$$

Die Lichtmenge F(r'), welche die Volumeneinheit in der Tiefe r' nach allen Seiten ausstrahlt, besteht aber aus zwei Antheilen, nämlich aus dem Antheil, welcher von der unmittelbaren Beleuchtung durch die direct einfallenden Strahlen, und dem soeben besprochenen Antheil, welcher von der allseitigen diffusen Beleuchtung durch die umgebenden Schichten herrührt.

Bezeichnet man daher die der Volumeneinheit an der Oberfläche durch ein paralleles Strahlenbündel aus irgend einer Richtung zugeführte und in den Körper eindringende Lichtmenge mit a, und den inneren Einfallswinkel mit i, so ist, wenn l das Diffusionsvermögen bezeichnet:

$$F(r') = l\left(a e^{-\frac{mr'}{\cos i}} + f(r')\right).$$

Es ergibt sich demnach die Gleichung:

$$f(r) = -\tfrac{1}{2} l \left(\int_0^r \left(a e^{-\frac{mr'}{\cos i}} + f(r') \right) \mathrm{lie}^{-m(r-r')} dr' \right.$$

$$\left. + \int_r^R \left(a e^{-\frac{mr'}{\cos i}} + f(r') \right) \mathrm{lie}^{-m(r'-r)} dr' \right),$$

aus welcher die unbekannte Function $f(r)$ zu bestimmen ist.

9. Man kann sich die Function $f(r)$ zerlegt denken in eine Summe von unendlich vielen Gliedern:

$$f(r) = f_1(r) + f_2(r) + f_3(r) + \cdots,$$

wo der erste Antheil $f_1(r)$ von der erstmaligen indirecten diffusen Reflexion, die folgenden Antheile $f_2(r)$, $f_3(r)$, $\cdots$ dagegen von den indirecten Reflexionen immer höherer Ordnung herrühren. Man hat alsdann:

$$f_1(r) =$$

$$-\tfrac{1}{2} a l \left(\int_0^r e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \mathrm{lie}^{-m(r-r')} dr' + \int_r^R e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \mathrm{lie}^{-m(r'-r)} dr' \right),$$

und weiter:

$$f_2(r) = -\tfrac{1}{2} l \left(\int_0^r f_1(r') \mathrm{lie}^{-m(r-r')} dr' + \int_r^R f_1(r') \mathrm{lie}^{-m(r'-r)} dr' \right),$$

$$f_3(r) = -\tfrac{1}{2} l \left(\int_0^r f_2(r') \mathrm{lie}^{-m(r-r')} dr' + \int_r^R f_2(r') \mathrm{lie}^{-m(r'-r)} dr' \right),$$

u. s. f., und sieht, dass die Glieder der obigen unendlichen Reihe durch successive Quadraturen gefunden werden können.

10. Die Function $f_1(r)$ ist leicht zu ermitteln. Setzen wir nämlich in dem ersten der beiden Integrale $r - r' = x$, so erhalten wir:

$$-\int e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-m(r-r')}\, dr' = e^{-\frac{mr}{\cos i}} \int e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-mx}\, dx$$

$$= \frac{\cos i}{m} e^{-\frac{mr}{\cos i}} \left(e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-mx} - \int \frac{e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mx}}{x} dx \right)$$

$$= \frac{\cos i}{m} e^{-\frac{mr}{\cos i}} \left(e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-mx} - \operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mx} \right),$$

folglich:

$$-\int_0^r e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-m(r-r')}\, dr'$$

$$= \frac{\cos i}{m} \left(e^{-\frac{mr}{\cos i}} \operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} - \operatorname{li} e^{-mr} \right)$$

$$+ \frac{\cos i}{m} e^{-\frac{mr}{\cos i}} \left(e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-mx} - \operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mx} \right)_{x=0}.$$

Nun ist aber:

$$e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{li} e^{-mx} = e^{\frac{mx}{\cos i}} \left(C + \log mx - mx + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{(mx)^2}{2!} - + \cdots \right).$$

und, wenn wir zur Abkürzung:

$$\frac{1 - \cos i}{\cos i} m = m'$$

setzen:

$$\operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mx} = C + \log mx + \log \frac{1 - \cos i}{\cos i} + m'x + \tfrac{1}{2} \cdot \frac{(m'x)^2}{2!} + \cdots;$$

demnach:

$$e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-mx} - \operatorname{lie}^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mx}$$

$$= C\left(e^{\frac{mx}{\cos i}} - 1\right) + \left(e^{\frac{mx}{\cos i}} - 1\right) \log mx - \log \frac{1-\cos i}{\cos i}$$

$$- e^{\frac{mx}{\cos i}} \left(mx - \tfrac{1}{2} \cdot \frac{(mx)^2}{2!} + - \cdots\right) - m'x - \tfrac{1}{2} \frac{(m'x)^2}{2!} - \cdots,$$

woraus für $x = o$ hervorgeht:

$$\left(e^{\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-mx} - \operatorname{lie}^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mx}\right)_{x=o} = -\log \frac{1-\cos i}{\cos i}.$$

Wir erhalten demnach:

$$-\int_o^r e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-m(r-r')} dr'$$

$$= \frac{\cos i}{m}\left(e^{-\frac{mr}{\cos i}} \operatorname{lie}^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} - \operatorname{lie}^{-mr} - e^{-\frac{mr}{\cos i}} \log \frac{1-\cos i}{\cos i}\right).$$

Für das zweite in dem Ausdruck für $f_1(r)$ vorkommende Integral erhalten wir, $r' - r = x$ setzend, ganz analog:

$$-\int_r^R e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-m(r'-r)} dr' = -e^{-\frac{mr}{\cos i}} \int_o^{R-r} e^{-\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-mx} dx$$

$$= -\frac{\cos i}{m} e^{-\frac{mr}{\cos i}} \left(\operatorname{lie}^{-\frac{1+\cos i}{\cos i} mx} - e^{-\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-mx}\right)_o^{R-r},$$

und da auf demselben Wege wie oben:

$$\left(\operatorname{lie}^{-\frac{1+\cos i}{\cos i} mx} - e^{-\frac{mx}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-mx}\right)_{x=o} = \log \frac{1+\cos i}{\cos i}$$

gefunden wird, so ergibt sich:

$$-\int_r^R e^{-\frac{mr'}{\cos i}} \operatorname{lie}^{-m(r'-r)}\, dr'$$

$$= \frac{\cos i}{m}\left(-e^{-\frac{mr}{\cos i}}\operatorname{lie}^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}m(R-r)} + e^{-\frac{mR}{\cos i}}\operatorname{lie}^{-m(R-r)}\right.$$

$$\left. + e^{-\frac{mr}{\cos i}}\log\frac{1+\cos i}{\cos i}\right).$$

Wir haben also schliesslich:

$$f_1(r) = a\cos i\frac{1}{2m}\left(e^{-\frac{mr}{\cos i}}\operatorname{lie}^{\frac{1-\cos i}{\cos i}mr} - e^{-\frac{mr}{\cos i}}\operatorname{lie}^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}m(R-r)}\right.$$

$$\left. + e^{-\frac{mr}{\cos i}}\log\frac{1+\cos i}{1-\cos i} - \operatorname{lie}^{-mr} + e^{-\frac{mR}{\cos i}}\operatorname{lie}^{-m(R-r)}\right).$$

Hieraus folgt für die von den einfallenden Strahlen getroffene Oberfläche ($r = o$):

$$f_1(o) = a\cos i\frac{1}{2m}\left(\log\frac{1+\cos i}{\cos i} + e^{-\frac{mR}{\cos i}}\operatorname{lie}^{-mR} - \operatorname{lie}^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}mR}\right),$$

und für die Rückseite der Platte ($r = R$):

$$f_1(R) = a\cos i\frac{1}{2m}\left(e^{-\frac{mR}{\cos i}}\operatorname{lie}^{\frac{1-\cos i}{\cos i}mR}\right.$$

$$\left. - e^{-\frac{mR}{\cos i}}\log\frac{1-\cos i}{\cos i} - \operatorname{lie}^{-mR}\right).$$

11. Ist mR so gross, dass e^{-mR} als verschwindend klein angesehen werden kann, d. h. dringt die einfallende Strahlung bis zur Rückseite der nunmehr undurchlässigen Platte nicht in merklichem Betrage vor, so ist selbstver-

ständlich auch $f_1(R)$ verschwindend klein, und für die Oberfläche ergibt sich:

$$f_1(o) = a\cos i \frac{1}{2m} \log \frac{1+\cos i}{\cos i}.$$

Da in diesem Falle alle jenseits der Tiefe R gelegenen Schichten merkliches Licht weder empfangen noch ausstrahlen, so kann geradezu $R = \infty$ setzen. Man hat demnach für eine undurchlässige Platte ($R = \infty$):

$$f_1(r) = a\cos i \frac{1}{2m} \left(e^{-\frac{mr}{\cos i}} \operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} + e^{-\frac{mr}{\cos i}} \log \frac{1+\cos i}{1-\cos i} - \operatorname{li} e^{-mr} \right).$$

12. Bei senkrechter Incidenz ($i = o$) erhält man für eine Platte von beliebiger Dicke R, da:

$$\operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} + \log \frac{1+\cos i}{1-\cos i}$$
$$= C + \log mr + \log \frac{1-\cos i}{\cos i} + \frac{1-\cos i}{\cos i} mr - + \cdots$$
$$+ \log \frac{1+\cos i}{\cos i} - \log \frac{1-\cos i}{\cos i}$$

sich für $i = o$ auf:

$$C + \log 2mr$$

zurückzieht:

$$[f_1(r)]_{i=o}$$
$$= a \frac{1}{2m} \left(e^{-mr} (C + \log 2mr) - \operatorname{li} e^{-mr} - e^{-mr} \operatorname{li} e^{-2m(R-r)} + e^{-mR} \operatorname{li} e^{-m(R-r)} \right),$$

und, wenn die Platte undurchlässig ($R = \infty$) ist:

$$[f_1(r)]_{i=o} = a \frac{1}{2m} \left(e^{-mr} (C + \log 2mr) - \operatorname{li} e^{-mr} \right).$$

13. Wir betrachten jetzt, für den Fall einer undurchlässigen Platte (11), den Gang der Werthe von $f_1(r)$, indem wir zu den Abscissen r die Functionswerthe $f_1(r)$ als Ordinaten einer Curve aufgetragen denken.

Der Differentialquotient:

$$\frac{\partial f_1(r)}{\partial r} = -\frac{al}{2} e^{-\frac{mr}{\cos i}} \left(li\, e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} + \log \frac{1+\cos i}{1-\cos i} \right)$$

lässt erkennen, dass die Curve die Ordinatenaxe berührt (da $li\, 1 = -\infty$ ist), sich sodann bis zu einem Maximum bei:

$$li\, e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} = -\log \frac{1+\cos i}{1-\cos i}$$

erhebt, um von da an gegen die Abscissenaxe asymptotisch herabzusinken.

Mit Hilfe von Soldner's Tabelle der Integrallogarithmen[1]) lassen sich die numerischen Werthe von $f_1(r)$ leicht berechnen. Für senkrechte Incidenz ($i = o$) sind in der folgenden kleinen Tabelle einige Werthe des Ausdrucks:

$$\frac{2m}{al} [f_1(r)]_{i=o} = e^{-mr} (C + \log 2mr) - li\, e^{-mr} = y$$

für das Argument e^{-mr}, unter gleichzeitiger Angabe der zugehörigen Werthe von mr und $li\, e^{-mr}$ zusammengestellt.

Da in diesem Falle:

$$\frac{\partial y}{\partial r} = -me^{-mr} (C + \log 2mr)$$

ist, so bestimmt sich der Werth von mr, für welchen y ein Maximum ist, aus der Gleichung:

$$\log 2mr = -C.$$

---

1) Soldner, Théorie et Tables d'une nouvelle fonction transcendante. München 1809.

Man findet hieraus:

$mr = 0{,}28073$, $e^{-mr} = 0{,}75523$, $y_{max.} = 0{,}95534$.

e^{-mr}	mr	$li\, e^{-mr}$	y
1,0	0	$-\infty$	0,69315
0,9	0,10536	− 1,77580	0,89384
0,8	0,22314	1,13401	0,95034
0,7	0,35668	0,78095	0,94811
0,6	0,51083	0,54685	0,90603
0,5	0,69315	0,37867	0,83060
0,4	0,91629	0,25295	0,72613
0,3	1,20397	0,15741	0,59352
0,2	1,60944	0,08513	0,43438
0,1	2,30259	0,03239	0,24283
0,01	4,60517	− 0,00183	0,02981
0	∞	0	0

14. Auf die Ermittelung der von den Reflexionen höherer Ordnung herrührenden Lichtantheile f_2, f_3, $\cdots$ mit Hilfe der oben (9) angedeuteten Quadraturen müssen wir verzichten, da dieselben zu Integralen führen, die sich auf bekannte Functionen nicht reduciren lassen.

Noch weniger erscheint es möglich, mit den bis jetzt zu Gebote stehenden mathematischen Hilfsmitteln die Function f(r), welche für die theoretische Photometrie von fundamentaler Bedeutung ist, in geschlossener Form aus der obigen Bestimmungsgleichung (8) exact zu entwickeln.

Dagegen wollen wir versuchen, wenigstens einen angenäherten Ausdruck für diese Function durch folgende Betrachtungen zu gewinnen.

15. Die Bestimmungsgleichung für die Function f(r) lautet, wenn man die bereits ermittelte Function $f_1(r)$ in sie einführt, wie folgt:

$$f(r)-f_1(r)$$
$$=-\tfrac{1}{2}l\left(\int_0^r f(r')\,l\,i\,e^{-m(r-r')}\,dr'+\int_r^R f(r')\,l\,i\,e^{-m(r'-r)}\,dr'\right).$$

Durch Differentiation derselben nach r ergibt sich hieraus zunächst:

$$\frac{\partial f}{\partial r}-\frac{\partial f_1}{\partial r}=-\tfrac{1}{2}l\left(\int_0^r f(r')\cdot\frac{e^{-m(r-r')}}{r-r'}\,dr'-\int_r^R f(r')\,\frac{e^{-m(r'-r)}}{r'-r}\,dr'\right.$$
$$\left.+\left[f(r')\,l\,i\,e^{-m(r-r')}\right]_{r'=r}-\left[f(r')\,l\,i\,e^{-m(r'-r)}\right]_{r'=r}\right),$$

oder, weil die vom Integralzeichen befreiten Glieder sich wegheben:

$$\frac{\partial f}{\partial r}-\frac{\partial f_1}{\partial r}=-\tfrac{1}{2}l\left(\int_0^r f(r')\cdot\frac{e^{-m(r-r')}}{r-r'}dr'-\int_r^R f(r')\cdot\frac{e^{-m(r'-r)}}{r'-r}dr'\right).$$

Setzt man in diesen Gleichungen in dem ersten Integral $r-r'=x$, in dem zweiten $r'-r=x$, so lauten sie:

$$f(r)-f_1(r)=-\tfrac{1}{2}l\left(\int_0^r f(r-x)\,l\,i\,e^{-mx}dx+\int_0^{R-r} f(r+x)\,l\,i\,e^{-mx}dx\right)$$

und:

$$\frac{\partial f}{\partial r}-\frac{\partial f_1}{\partial r}=-\tfrac{1}{2}l\left(\int_0^r f(r-x)\cdot\frac{e^{-mx}}{x}dx-\int_0^{R-r} f(r+x)\cdot\frac{e^{-mx}}{x}dx\right).$$

Diese Gleichungen lassen erkennen, dass die ihrer Natur nach stets positive und endliche Function f(r) einen ähnlichen Verlauf nimmt wie die Function $f_1(r)$; ihr Differentialquotient $\partial f/\partial r$ ist positiv unendlich für $r=0$, wird später negativ und verschwindet, wie auch die Function selbst, für $r=\infty$. Die Function f(r) besitzt daher (wenn $R=\infty$ ist) ein Maximum, das jedoch erst bei einem grösseren Werthe

von mr eintritt als dasjenige der Function $f_1(r)$. Denn ist $f(r)$ ein Maximum und sonach $\partial f/\partial r = o$, so ist die rechte Seite der letzten Gleichung nothwendig positiv, woraus folgt, dass das Maximum eintritt bei einem Werthe von mr, für welchen $\partial f_1/\partial r$ bereits negativ ist.

16. Da $-lie^{-mx}$ für $mx = 0$ unendlich gross ist, und von da mit wachsendem mx rasch abnimmt, so fallen in dem Ausdruck:

$$f(r)-f_1(r)=--\tfrac{1}{2}l\Big(\int_0^r f(r-x)lie^{-mx}dx+\int_0^{R-r} f(r+x)lie^{-mx}dx\Big)$$

die Anfangselemente der Integrale in der Nähe von $x = o$ gegenüber den späteren bei grösseren Werthen von x besonders stark ins Gewicht, oder, mit anderen Worten, die in der Tiefe r unter der Oberfläche gelegene Schicht wird weitaus am stärksten von den ihr beiderseits unmittelbar angrenzenden Schichten beleuchtet.

Legen wir nun sämmtlichen Schichten die in der Tiefe r herrschende Leuchtkraft bei, indem wir $f(r)$ sowohl statt $f(r-x)$ als auch statt $f(r+x)$ setzen, so dürfen wir annehmen, dass der hiebei begangene Fehler verhältnissmässig nur gering ausfalle, weil der Factor lie^{-mx} die Wirkung der entfernten Schichten, welches auch ihre Leuchtkraft sein mag, nahezu hinwegtilgt, diejenige der nächstliegenden aber zu voller Geltung kommen lässt.

Erwägungen dieser Art geben Anlass zu der Vermuthung, dass eine Function $f'(r)$, welche der Gleichung

$$f'(r)-f_1(r)=-\tfrac{1}{2}lf'(r)\Big(\int_0^r lie^{-mx}dx+\int_0^{R-r} lie^{-mx}dx\Big)$$

genügt, nicht allzuweit von der Function $f(r)$ abweiche, und daher annähernd statt ihrer gesetzt werden könne.

17. Man findet nun leicht:

$$\int \mathrm{li}\, e^{-mx}\, dx = \frac{1}{m}\left(e^{-mx} + mx\,\mathrm{li}\, e^{-mx}\right)$$

und sonach:

$$-\tfrac{1}{2}\mathrm{l}\left(\int_0^r \mathrm{li}\, e^{-mx}\, dx + \int_0^{R-r} \mathrm{li}\, e^{-mx}\, dx\right)$$

$$= \frac{1}{2m}\left(2 - e^{-mr} - mr\,\mathrm{li}\, e^{-mr} - e^{-m(R-r)} - m(R-r)\,\mathrm{li}\, e^{-m(R-r)}\right)$$

$$= \frac{1}{2m}\,\varphi(r).$$

Die Function $\varphi(r)$ bleibt ungeändert, wenn r mit R—r vertauscht wird, d. h. sie ist symmetrisch in Bezug auf die Mittelschicht ($r = \frac{1}{2}R$) der Platte, und erreicht hier, da:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = m\left(\mathrm{li}\, e^{-m(R-r)} - \mathrm{li}\, e^{-mr}\right)$$

für $r = \frac{1}{2}R$ verschwindet, ihren Maximalwerth:

$$\varphi_{max} = 2\left(1 - e^{-\frac{1}{2}mR} - \tfrac{1}{2}mR\,\mathrm{li}\, e^{-\frac{1}{2}mR}\right),$$

welcher kleiner als 2 ist. Als Curve dargestellt, berührt sie die Ordinatenaxe und die im Abstand R mit ihr parallel gezogene Gerade, d. i. die Vorder- und die Rückseite der Platte, und hat an beiden Stellen den Werth:

$$\varphi(o) = \varphi(R) = 1 - e^{-mR} - mR\,\mathrm{li}\, e^{-mR}.$$

Setzen wir $R = \infty$, was geschehen kann, wenn bis zur Rückseite der Platte merkliches Licht nicht vordringt, so wird:

$$\varphi(r) = 2 - e^{-mr} - mr\,\mathrm{li}\, e^{-mr} = z.$$

Das folgende Täfelchen gewährt einen Ueberblick über den Gang der Werthe dieser Function.

e^{-mr}	z
1,0	1,00000
0,9	1,28710
0,8	1,45305
0,7	1,57854
0,6	1,67935
0,5	1,76247
0,4	1,83178
0,3	1,88952
0,2	1,93701
0,1	1,97458
0,01	1,99843
0	2,00000

Da in diesem Falle:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = -\,m\,li\,e^{-mr}$$

immer positiv ist, so erkennt man, dass die Curve, welche den Verlauf der Functionswerthe versinnlicht, sich von dem Punkte $z = 1$, wo sie die Ordinatenaxe berührt, mit immer langsamerer Steigung erhebt, indem sie der Geraden, welche in der Höhe 2 parallel zur Abscissenaxe läuft, asymptotisch zustrebt.

18. Als Ausdruck der Function $f'(r)$ ergibt sich nunmehr:

$$f'(r) = \frac{f_1(r)}{1 - \frac{1}{2m}\varphi(r)}$$

Dieselbe besitzt in der That im Allgemeinen die Eigenschaften, welche der echten Function $f(r)$ zukommen müssen. Da

$$\frac{1}{2m} = \frac{1}{2(k+1)}$$

stets $< \frac{1}{2}$, und demnach

$$\frac{1}{2m}\varphi(r) < 1$$

ist, so ist $f'(r)$ stets positiv, endlich und $> f_1(r)$, und verschwindet für $r = \infty$; der Differentialquotient:

$$\frac{\partial f'}{\partial r} = \frac{\left(1 - \frac{1}{2m}\varphi\right)\frac{\partial f_1}{\partial r} + \frac{1}{2m} f_1 \frac{\partial \varphi}{\partial r}}{\left(1 - \frac{1}{2m}\varphi\right)^2}$$

zeigt, dass die Curve, welche den Verlauf der Functionswerthe veranschaulicht, die Ordinatenaxe in der Höhe

$$\frac{f_1(o)}{1 - \frac{1}{2m}\varphi(o)}$$

berührt, sich sodann zu einem Maximum erhebt, welches bei einem grösseren Werthe von mr eintritt als dasjenige der Function $f_1(r)$, um sich alsdann (falls $R = \infty$ gesetzt wird) asymptotisch gegen die Abscissenaxe herabzusenken.

Die aus den successiven indirecten Reflexionen entspringenden Lichtantheile werden, falls wir $f(r)$ durch $f'(r)$ ersetzen, durch folgende abnehmende geometrische Reihe dargestellt:

$$f'_1 = f_1,\ f'_2 = \frac{1}{2m}\varphi f_1,\ f'_3 = \left(\frac{1}{2m}\varphi\right)^2 f_1,\ f'_4 = \left(\frac{1}{2m}\varphi\right)^3 f_1, \cdots$$

Dem Beitrag der ersten indirecten Reflexion bleibt demnach, auch wenn wir $f'(r)$ statt $f(r)$ setzen, die volle Genauigkeit gewahrt.

19. Bezeichnen wir wie früher mit $F(r)$ die gesammte Leuchtkraft pro Volumeneinheit in der Tiefe r unter der Oberfläche, so sendet ein daselbst befindliches Volumenelement $d\omega dr$ unter dem (inneren) Emanationswinkel ε nach dem Element $d\omega$ der Oberfläche die Lichtmenge:

$$\frac{1}{4\pi} F(r)\, e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}}\, d\omega\, dr\,.$$

Die gesammte aus der ganzen Tiefe der Platte, deren Dicke = R, nach dem Oberflächenelemente $d\omega$ unter diesem Winkel gelangende und durch dasselbe (wenn keine Reflexion nach innen stattfindet) ausgestrahlte Lichtmenge beträgt:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi} \int_0^R F(r)\, e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}}\, dr,$$

oder, da:

$$F(r) = l\left(a\, e^{-\frac{mr}{\cos i}} + f(r)\right)$$

ist:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi}\, l \int_0^R \left(a e^{-\frac{mr}{\cos i}} + f(r)\right) e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}}\, dr\,.$$

20. Setzt man an die Stelle der Function f(r) die Function f'(r), so hat man annähernd:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi} l \left(a \int_0^R e^{-\frac{\cos i + \cos\varepsilon}{\cos i \cos\varepsilon} mr}\, dr + \int_0^R \frac{f_1(r)}{1 - \frac{1}{2n}\varphi(r)} \cdot e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}} dr \right).$$

Ist ϑ ein zwischen o und $\frac{1}{2}$ liegender Bruch, so kann man schreiben:

$$\int_0^R \frac{f_1(r)}{1 - \frac{1}{2m}\varphi(r)} - e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}}\, dr = \frac{1}{1 - \frac{1}{2m}\varphi(\vartheta R)} \int_0^R f_1(r)\, e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}} dr.$$

Nun sind in dem Ausdruck:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi} l \left(a \int_0^R e^{-\frac{\cos i + \cos\varepsilon}{\cos i \cos\varepsilon} mr} dr \right.$$

$$\left. + \frac{1}{1 - \frac{1}{2m}\varphi(\vartheta R)} \int_0^R f_1(r)\, e^{-\frac{mr}{\cos\varepsilon}} dr \right)$$

beide Integrale leicht zu berechnen. Indem man bei Berechnung des zweiten von der Formel:

$$\int e^{-ax} li e^{-bx} dx = -\frac{1}{a} e^{-ax} li e^{-bx} + \frac{1}{a} li e^{-(a+b)x}$$

wiederholt Gebrauch macht, erhält man:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi} a \frac{1}{2m} \frac{2 \cos i \cos\varepsilon}{\cos i + \cos\varepsilon} \left(1 - e^{-\frac{\cos i + \cos\varepsilon}{\cos i \cos\varepsilon} mR} \right)$$

$$+ \frac{d\omega}{4\pi} a \cdot \frac{\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1 - \frac{1}{2m}\varphi(\vartheta R)} \cdot \frac{2 \cos i \cos\varepsilon}{\cos i + \cos\varepsilon} \left\{ (\cos i + \cos\varepsilon) \left(e^{-\frac{mR}{\cos i}} \right.\right.$$

$$\left. + e^{-\frac{mR}{\cos i}} \right) li e^{-mR} + e^{-\frac{\cos i + \cos\varepsilon}{\cos i \cos\varepsilon} mR} \left[\cos i \left(\log \frac{1 - \cos i}{\cos i} \right.\right.$$

$$\left. - li e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mR} \right) + \cos\varepsilon \left(\log \frac{1 - \cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} - li e^{\frac{1-\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} mR} \right) \Bigg]$$

$$+ \cos i \left(\log \frac{1 + \cos i}{\cos i} - li e^{-\frac{1+\cos i}{\cos i} mR} \right)$$

$$\left. + \cos\varepsilon \left(\log \frac{1 + \cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} - li e^{-\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} mR} \right) \right\}.$$

21. Unter den zugelassenen Voraussetzungen stellt dieser Ausdruck das Incidenz- und Emanationsgesetz für eine beliebig dicke Schicht eines durch diffuse Reflexion lichtstrahlenden Körpers dar.

Man sieht, dass der Ausdruck ungeändert bleibt, wenn Incidenz- und Emanationswinkel mit einander vertauscht werden.

Ist mR sehr klein, d. h. entweder die Summe aus Absorptions- und Diffusionsvermögen m, oder die Dicke R der Schicht sehr gering, so wird die ausgestrahlte Lichtmenge der Dicke der Schicht proportional, und unabhängig von Einfalls- und Ausstrahlungswinkel.

Wenn 1/2m so klein ist, dass im Nenner des zweiten Gliedes $\frac{1}{2m}\varphi(\vartheta R)$ gegen 1 vernachlässigt werden kann, so erscheint der Ausdruck von der unbekannten Grösse ϑ befreit, und reducirt sich auf sein erstes Glied, wenn auch die zweite Potenz von 1/2m ausser Acht gelassen werden darf. Es trifft dies zu, wenn k sehr gross gegen 1 ist, also bei nahezu schwarzen Körpern, oder bei farbigen Körpern für diejenigen Strahlen, welche sehr stark absorbirt werden.

22. Dringt bis zur Rückseite der Platte merkliches Licht nicht vor, d. h. kann e^{-mR} als verschwindend klein, oder, was dasselbe ist, mR als unendlich gross angesehen werden, so zieht sich der Ausdruck L auf den folgenden weit einfacheren zurück:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi} a \frac{1}{2m} \cdot \frac{2\cos i \cos\varepsilon}{\cos i + \cos\varepsilon}\left(1 + \frac{\frac{1}{2m}}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\left[\cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i} + \cos\varepsilon \log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon}\right]\right),$$

wo φ eine noch zu bestimmende Constante bedeutet, deren Werth zwischen 1 und 2 liegt.

Diese Formel, welche ausser von i und ε nur noch von dem Verhältniss des Absorptions- zum Diffusionsvermögen abhängt, hätte nun für undurchsichtige diffus reflectirende Körper als neues Emanationsgesetz an die Stelle des bisher in der Photometrie angenommenen Lambert'schen Cosinusgesetzes zu treten. In ihr bedeuten i und ε den inneren Incidenz- und Emanationswinkel; findet beim Eintritt und Austritt keine Brechung statt, was z. B. der Fall ist, wenn der Zwischenraum der diffundirenden Theilchen mit Luft erfüllt ist, so sind diese Winkel innen und aussen die nämlichen.

Für senkrechte Incidenz (i = o) wird der obige Ausdruck:

$$L = a\frac{d\omega}{4\pi}\left[\frac{1}{2m}\cdot\frac{2\cos\varepsilon}{1+\cos\varepsilon} + \frac{\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\cdot\frac{2\cos\varepsilon}{1+\cos\varepsilon}\left(\log 2 + \cos\varepsilon\log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon}\right)\right].$$

23. Die Lichtmenge M, welche bei senkrechter Incidenz von dem Oberflächenelement $d\omega$ nach allen Seiten hin ausstrahlt und von einer Halbkugel aufgefangen wird, die mit dem Radius 1 von $d\omega$ aus beschrieben ist, ergibt sich, wenn der vorstehende Ausdruck L mit $2\pi\sin\varepsilon\,d\varepsilon$ multiplicirt und nach ε von o bis $\frac{1}{2}\pi$ integrirt wird. Nun ist:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos\varepsilon}{1+\cos\varepsilon}\sin\varepsilon\,d\varepsilon = 1 - \log 2,$$

ferner:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2\varepsilon}{1+\cos\varepsilon}\sin\varepsilon\log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon}\,d\varepsilon = \int_0^1 \frac{x^2}{1+x}\log\frac{1+x}{x}\,dx$$

$$= \int_0^1 \left(x-1+\frac{1}{1+x}\right)(\log(1+x) \quad \log x)\,dx$$

$$= \int_0^1 (x-1)(\log(1+x)-\log x)dx + \int_0^1 \frac{\log(1+x)}{1+x}dx - \int_0^1 \frac{\log x}{1+x}dx,$$

also endlich, da die beiden ersten Integrale leicht zu berechnen sind, und bekanntlich:

$$\int_0^1 \frac{\log x}{1+x}dx = -\frac{\pi^2}{12}$$

ist:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2\varepsilon}{1+\cos\varepsilon} \cdot \log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} \cdot \sin\varepsilon\, d\varepsilon = \tfrac{1}{2} - 2\log 2 + \tfrac{1}{2}(\log 2)^2 + \frac{\pi^2}{12}.$$

Setzt man diese Werthe in das Integral:

$$M = 2\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} L \sin\varepsilon\, d\varepsilon$$

ein, so erhält man:

$$\frac{M}{a\,d\omega} = A_0 = \frac{1}{2m}(1-\log 2) + \frac{\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\left[1+\frac{\pi^2}{12}-\tfrac{1}{2}(1+\log 2)^2\right].$$

Dieser Ausdruck bedeutet die von der Einheit der Oberfläche eines undurchsichtigen Körpers, wenn sie von der Einheit der Lichtmenge beleuchtet wird, nach allen Seiten diffus zurückgestrahlte Lichtmenge; er entspricht also dem Lambert'schen Begriff „Albedo".

Die Albedo ist hienach, da φ eine absolute Constante bedeutet, nur von der Grösse $1/2m$, oder, da:

$$\frac{1}{2m} = \frac{1}{2(k+1)} = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{1}{\frac{k}{1}+1}$$

ist, nur von dem Verhältniss k/l des Absorptions- zum Diffusionsvermögen abhängig, und erscheint bei farbigen Körpern vermöge der Grösse k als Function der Wellenlänge.

24. Der denkbar höchste Grad der „Weisse" würde einem Körper zukommen, der auf sichtbare Strahlen gar keine Absorption ausübt. Da in diesem Falle $k = o$ zu setzen wäre, so müsste für einen „absolut weissen" Körper

$$\frac{l}{2m} = \frac{1}{2}$$

sein. Ein solcher Körper aber gibt, wenn er undurchlässig ist, alles ihn treffende Licht zurück, oder seine Albedo ist der Einheit gleich. Setzen wir daher in der obigen Gleichung $l/2m = \frac{1}{2}$, so muss aus ihr die „absolute" Albedo $A_0 = 1$ hervorgehen. Durch diese Gleichung:

$$1 = \tfrac{1}{2}(1 - \log 2) + \frac{1}{4 - 2\varphi}\left[1 + \frac{\pi^2}{12} - \tfrac{1}{2}(1 + \log 2)^2\right]$$

wird die Constante φ bestimmt. Setzen wir der Kürze wegen:

$$1 - \log 2 = 0{,}30685 = p$$

und:

$$1 + \frac{\pi^2}{12} - \tfrac{1}{2}(1 + \log 2)^2 = 0{,}38909 = q\,,$$

so ergibt sich aus ihr:

$$\varphi = 2 - \frac{q}{2 - p}$$

oder:

$$\varphi = 1{,}77020\,.$$

Diese Zahl hat man sich von nun an in den Ausdrücken für L (22) und A_0 (23) an die Stelle von φ gesetzt zu denken.

25. Die Lichtmenge M, welche ein Oberflächenelement $d\omega$ einer beliebig dicken Platte bei beliebiger Incidenz nach allen Seiten hin ausstrahlt, kann übrigens auch ganz exact

ausgedrückt werden, freilich nur durch ein Integral, welches auf bekannte Functionen nicht zurückführbar ist. Man hat nämlich, von dem Ausdruck:

$$L = \frac{d\omega}{4\pi} l \int_0^R \left(a e^{-\frac{mr}{\cos i}} + f(r) \right) e^{-\frac{mr}{\cos \varepsilon}} dr$$

ausgehend, sofort:

$$M = d\omega \cdot \frac{l}{2} \int_0^R \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(a e^{-\frac{mr}{\cos i}} + f(r) \right) e^{-\frac{mr}{\cos \varepsilon}} \sin \varepsilon \, d\varepsilon \, dr.$$

Nun wird, wenn man

$$\frac{r}{\cos \varepsilon} = x \quad \text{und demnach} \quad \sin \varepsilon \, d\varepsilon = r \frac{dx}{x^2}$$

setzt:

$$\int e^{-\frac{mr}{\cos \varepsilon}} \sin \varepsilon \, d\varepsilon = r \int \frac{e^{-mx}}{x^2} dx = -r \frac{e^{-mx}}{x} - mr \int \frac{e^{-mx}}{x} dx$$

$$= -\frac{r}{x} e^{-mx} - mr \, li \, e^{-mx} = -\cos \varepsilon \, e^{-\frac{mr}{\cos \varepsilon}} - mr \, li \, e^{-\frac{mr}{\cos \varepsilon}},$$

folglich:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-\frac{mr}{\cos \varepsilon}} \sin \varepsilon \, d\varepsilon = e^{-mr} + mr \, li \, e^{-mr}.$$

Man hat demnach für die gesammte allseitig ausgestrahlte Lichtmenge:

$$M = d\omega \frac{l}{2} \int_0^R \left(a e^{-\frac{mr}{\cos i}} + f(r) \right) \left(e^{-mr} + mr \, li \, e^{-mr} \right) dr.$$

Derselbe Ausdruck muss auch hervorgehen, wenn man die Lichtmenge berechnet, welche von sämmtlichen Schichten

der Platte nach einem Elemente $d\omega$ der Oberfläche gesendet wird und durch dasselbe ausstrahlt, falls keine Reflexion nach innen stattfindet. Denn ist $F(r)$ die Leuchtkraft der Volumeneinheit in der Tiefe r unter der Oberfläche, so ist die Lichtmenge, welche ein Elementarring (vergl. 6) der daselbst liegenden Schicht von der Dicke dr nach dem Oberflächenelement $d\omega$ sendet, da dieses von den Strahlen unter dem Einfallswinkel α getroffen wird:

$$d\omega \cdot \tfrac{1}{2} F(r)\, e^{-\frac{mr}{\cos\alpha}} \tan\alpha \cos\alpha \, d\alpha \, dr,$$

welcher Ausdruck, nach α von o bis $\frac{1}{2}\pi$, nach r von o bis R integrirt, da ja:

$$F(r) = l\left(ae^{-\frac{mr}{\cos i}} + f(r)\right)$$

ist, sofort den obigen Werth für M liefert.

26. Für eine Platte von solcher Dicke, dass sie kein Licht durchgehen lässt ($R = \infty$), haben wir, indem wir von dem bereits oben (17) eingeführten Functionszeichen φ Gebrauch machen:

$$e^{-mr} + mr\, li\, e^{-mr} = 2 - \varphi(r)$$

und demnach:

$$M = d\omega \frac{l}{2}\left(a\int_0^\infty e^{-\frac{mr}{\cos i}} (2 - \varphi(r))\, dr + \int_0^\infty f(r)\,(2 - \varphi(r))\, dr\right).$$

Setzen wir nun in dem zweiten Integral näherungsweise:

$$f'(r) = \frac{f_1(r)}{1 - \frac{l}{2m}\varphi(r)}$$

statt $f(r)$, so wird dasselbe:

$$\int_0^\infty f_1(r) \cdot \frac{2 - \varphi(r)}{1 - \frac{l}{2m}\varphi(r)} \cdot dr = \frac{2 - \varphi}{1 - \frac{l}{2m}\varphi} \int_0^\infty f_1(r) \cdot dr,$$

wenn wir unter φ eine zwischen 1 und 2 liegende Constante verstehen. Wir haben alsdann annähernd:

$$M = d\omega \frac{l}{2}\left(a\int_0^\infty e^{-\frac{mr}{\cos i}}(2 - \varphi(r))\,dr + \frac{2-\varphi}{1-\frac{l}{2m}\varphi}\int_0^\infty f_1(r)\,dr\right),$$

wo nun beide Integrale sich ohne Schwierigkeit berechnen lassen.

Man findet nämlich:

$$\tfrac{1}{2}al\int_0^\infty e^{-\frac{mr}{\cos i}}(2-\varphi(r))\,dr = \tfrac{1}{2}al\int_0^\infty e^{-\frac{mr}{\cos i}}\left(e^{-mr} + mr\,li\,e^{-mr}\right)dr$$

$$= \tfrac{1}{2}al\left(\int_0^\infty e^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}mr}\,dr + \int_0^\infty e^{-\frac{mr}{\cos i}}mr\,li\,e^{-mr}\,dr\right)$$

$$= a\frac{l}{2m}\left[-\frac{\cos i}{1+\cos i}e^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}mr} - \frac{\cos^2 i}{1+\cos i}e^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}mr}\right.$$

$$- \cos i\, e^{-\frac{mr}{\cos i}}mr\,li\,e^{-mr} - \cos^2 i\, e^{-\frac{mr}{\cos i}}li\,e^{-mr}$$

$$\left. + \cos^2 i\, li\, e^{-\frac{1+\cos i}{\cos i}mr}\right]_0^\infty$$

$$= a\frac{l}{2m}\left[\frac{\cos i}{1+\cos i} + \frac{\cos^2 i}{1+\cos i} - \cos^2 i \log\frac{1+\cos i}{\cos i}\right]$$

$$= a\frac{l}{2m}\cos i\left(1 - \cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i}\right).$$

Ferner ergibt sich:

$$\tfrac{1}{2}l\int_0^\infty f_1(r)\,dr = a\frac{l^2}{4m}\cos i\int_0^\infty\left(e^{-\frac{mr}{\cos i}}\log\frac{1+\cos i}{1-\cos i}\right.$$

$$\left. + e^{-\frac{mr}{\cos i}}li\,e^{\frac{1-\cos i}{\cos i}mr} - li\,e^{-mr}\right)dr$$

$$= a\left(\frac{1}{2m}\right)^2 \cos i \Big[-\cos i\, e^{-\frac{mr}{\cos i}} \log\frac{1+\cos i}{1-\cos i}$$

$$-\cos i\, e^{-\frac{mr}{\cos i}} \operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} + \cos i \operatorname{li} e^{-mr} - mr \operatorname{li} e^{-mr} - e^{-mr} \Big]_0^\infty$$

$$= a\left(\frac{1}{2m}\right)^2 \cos i \Big[\cos i \log\frac{1+\cos i}{1-\cos i} + 1$$

$$+ \cos i \left(e^{-\frac{mr}{\cos i}} \operatorname{li} e^{\frac{1-\cos i}{\cos i} mr} - \operatorname{li} e^{-mr} \right)_{r=0} \Big]$$

$$= a\left(\frac{1}{2m}\right)^2 \cos i \left(1 + \cos i \log\frac{1+\cos i}{1-\cos i} + \cos i \log\frac{1-\cos i}{\cos i} \right)$$

$$= a\left(\frac{1}{2m}\right)^2 \cos i \left(1 + \cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i} \right).$$

Wird demnach ein undurchsichtiger zerstreuender Körper durch parallele Strahlen unter dem Einfallswinkel i beleuchtet, so beträgt die gesammte Lichtmenge, welche ein Element $d\omega$ seiner Oberfläche nach allen Seiten hin ausstrahlt:

$$M = a\, d\omega \cdot \frac{1}{2m} \cos i \Big[1 - \cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i}$$

$$+ \frac{(2-\varphi)\frac{1}{2m}}{1-\frac{1}{2m}\varphi} \left(1 + \cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i} \right) \Big].$$

27. Der Quotient $M : a\, d\omega = A$, nämlich:

$$A = \frac{1}{2m} \cos i \left(1 - \cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i} \right)$$

$$+ \frac{(2-\varphi)\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1-\frac{1}{2m}\varphi} \cos i \left(1 + \cos i \log\frac{1+\cos i}{\cos i} \right)$$

stellt nun aber die Albedo in erweitertem Sinne, in ihrer Abhängigkeit von dem Einfallswinkel, dar.

Für senkrechte Incidenz (i = o) ergibt sich hieraus:

$$A_0 = \frac{1}{2m}(1 - \log 2) + \frac{\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1 - \frac{1}{2m}\varphi}(2 - \varphi)(1 + \log 2).$$

Dieser Ausdruck muss mit dem oben (23) bereits gefundenen identisch sein. Hiezu ist nothwendig, dass φ den oben (24) bereits bestimmten Werth:

$$\varphi = 1{,}77020$$

besitze, und dass ausserdem:

$$(2 - \varphi)(1 + \log 2) = 1 + \frac{\pi^2}{12} - \tfrac{1}{2}(1 + \log 2)^2 = q$$

sei. Es ist aber in der That ganz genau:

$$(2 - \varphi)(1 + \log 2) = 0{,}2298 \cdot 1{,}69315 = 0{,}38909 = q\,.$$

28. Die Lichtmenge M′, welche ein Körper, dessen Oberfläche von allen Seiten her gleichmässig beleuchtet wird, nach irgend einer Richtung (ε) ausstrahlt, wird ausgedrückt durch das Integral:

$$M' = 2\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} L \sin i \, di\,.$$

Da L in ganz gleicher Weise von i wie von ε abhängt, so kann sich dieses Integral von dem vorigen:

$$M = 2\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} L \sin \varepsilon \, d\varepsilon$$

nur dadurch unterscheiden, dass i und ε mit einander vertauscht sind. Es ergibt sich daher:

$$M' = a\,d\omega \frac{l}{2m} \cos\varepsilon \left[1 - \cos\varepsilon \log \frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} + \frac{(2-\varphi)\frac{l}{2m}}{1-\frac{l}{2m}\varphi} \left(1 + \cos\varepsilon \log \frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon} \right) \right],$$

wo die Constante φ denselben Werth hat wie vorher.

29. Für absolut weisse Körper ($l/2m = \frac{1}{2}$) ergibt sich aus den Formeln M (26) und M′ (28):

$$M = a\,d\omega \cos i\,, \qquad M' = a\,d\omega \cos\varepsilon\,.$$

Wir gelangen demnach zu folgenden Sätzen:

Wird ein absolut weisser Körper von parallelen Strahlen aus irgend einer Richtung beleuchtet, so ist die von seiner Oberfläche nach allen Richtungen ausgestrahlte Lichtmenge (die Leuchtkraft seiner Oberfläche) dem Cosinus des Einfallswinkels proportional.

Wird die Oberfläche eines absolut weissen Körpers von allen Seiten her gleichmässig beleuchtet, so ist die von ihr nach irgend einer Richtung ausgestrahlte Lichtmenge dem Cosinus des Emanationswinkels proportional.

Diese für absolut weisse Körper ausgesprochenen Sätze gelten übrigens auch bei farbigen Körpern für diejenigen Farben, deren Absorption als verschwindend gering angesehen werden darf.

Die beiden Sätze zeigen aber, in welchem Sinne und mit welcher Beschränkung das Cosinusgesetz für den Incidenzwinkel einerseits und den Emanationswinkel andrerseits, nach unserer Theorie, als giltig anzusehen ist.

30. Die Lichtmenge N, welche der Körper bei allseitiger (diffuser) Beleuchtung nach allen Seiten von sich strahlt, wird erhalten, wenn man M mit $2\pi \sin i\,di$ oder M′ mit $2\pi \sin\varepsilon\,d\varepsilon$ multiplicirt und sodann nach i resp. ε von 0 bis $\frac{1}{2}\pi$ integrirt. Es ergibt sich:

$$N = 2\pi a\, d\omega \frac{1}{2m}\left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin i \cos i\, di - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 i \sin i \log \frac{1+\cos i}{\cos i}\, di\right)$$

$$+ 2\pi a\, d\omega \frac{(2-\varphi)\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin i \cos i\, di\right.$$

$$\left. + \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 i \sin i \log \frac{1+\cos i}{\cos i}\, di\right),$$

oder, da:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin i \cos i\, di = \tfrac{1}{2}$$

und:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 i \sin i \log \frac{1+\cos i}{\cos i}\, di = \tfrac{2}{3}\log 2 - \tfrac{1}{6}$$

ist:

$$\frac{N}{\pi a\, d\omega} = A_1 = \frac{1}{2m}\left(\tfrac{4}{3} - \tfrac{4}{3}\log 2\right) + \frac{(2-\varphi)\left(\frac{1}{2m}\right)^2}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\left(\tfrac{2}{3} + \tfrac{4}{3}\log 2\right).$$

Dieser Ausdruck, welcher das Verhältniss angibt der allseitig durch das Flächenelement ausstrahlenden Lichtmenge zu der von allen Seiten durch dasselbe eindringenden Lichtmenge $\pi a\, d\omega$, entspricht der von Seeliger[1]) gegebenen Definition der Albedo, wonach diese eine Zahl sein muss, die nur von der Beschaffenheit des zerstreuenden Körpers, dagegen nicht von dem Einfallswinkel abhängig sein darf.

1) Seeliger, Vierteljahrsschrift d. astron. Gesellsch. 21. p. 223.

Setzen wir der Kürze wegen:

$$A_1 = s\frac{l}{2m} + \frac{(2-\varphi)(2-s)}{1-\frac{l}{2m}\varphi}\left(\frac{l}{2m}\right)^2$$

so ist in dieser Formel:

$$s = 0{,}40914$$

während φ den oben bereits gefundenen Werth:

$$\varphi = 1{,}77020$$

vorstellt.

Für einen absolut weissen Körper $\left(\frac{l}{2m} = \frac{1}{2}\right)$ ergibt sich hieraus selbstverständlich $A_1 = 1$.

31. Ist die (Lambert'sche) Albedo A_0 eines Körpers bekannt, so kann aus der Gleichung (23, 27):

$$A_0 = p\frac{l}{2m} + q\cdot\frac{\left(\frac{l}{2m}\right)^2}{1-\frac{l}{2m}\varphi}$$

die Grösse l/2m und demnach auch das Verhältniss k/l des Absorptions- zum Diffusionsvermögen bestimmt werden. Man findet:

$$\frac{l}{2m} = \frac{A_0\varphi + p}{2(p\varphi - q)} - \sqrt{\frac{(A_0\varphi+p)^2}{4(p\varphi-q)^2} - \frac{A_0}{p\varphi - q}}\,.$$

Für Kremserweiss (cerussa albissima), das auf Königspapier (charta regia albissima) in solcher Dicke aufgetragen war, dass es vollkommen undurchsichtig erschien, fand Lambert[1]) als Mittel aus sieben Beobachtungen die Albedo $A_0 = 0{,}4230$, und für das dicke und fast ganz undurchsichtige Königspapier $A_0 = 0{,}4$. Hieraus berechnet sich für

Kremserweiss: $\frac{l}{2m} = 0{,}42736$, $\frac{k}{l} = 0{,}16997$

Königspapier: $\frac{l}{2m} = 0{,}42103$, $\frac{k}{l} = 0{,}18756$.

1) Lambert, Photometria, p. 341. 1760.

Mittels dieser Werthe berechnet sich die Albedo nach Seeliger's Definition für

Kremserweiss: $A_1 = 0{,}44907$,
Königspapier: $A_1 = 0{,}42670$.

32. Nachdem nun in der Formel (22):

$$L = a\frac{d\omega}{4\pi}\frac{1}{2m}\left(\frac{2\cos i\cos\varepsilon}{\cos i+\cos\varepsilon}\right.$$

$$\left.+\frac{\frac{1}{2m}}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\frac{2\cos i\cos\varepsilon}{\cos i+\cos\varepsilon}\left(\cos i\log\frac{1+\cos i}{\cos i}+\cos\varepsilon\log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon}\right)\right),$$

welche das Incidenz- und Emanationsgesetz für undurchsichtige diffus reflectirende Körper darstellt, die Coefficienten numerisch gegeben sind, lässt sich aus ihr die Lichtmenge L für jeden Einfalls- und Ausstrahlungswinkel leicht berechnen.

Nehmen wir senkrechte Incidenz ($i = o$) an, so lautet die Formel:

$$\frac{4\pi}{a\,d\omega}L = \frac{1}{2m}\left(\frac{1+\cos\varepsilon}{2\cos\varepsilon}\right.$$

$$\left.+\frac{\frac{1}{2m}}{1-\frac{1}{2m}\varphi}\cdot\frac{2\cos\varepsilon}{1+\cos\varepsilon}\left(\log 2+\cos\varepsilon\log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon}\right)\right),$$

oder, wenn wir zur Abkürzung:

$$\frac{2\cos\varepsilon}{1+\cos\varepsilon} = \frac{\cos\varepsilon}{\cos^2\frac{1}{2}\varepsilon} = P,$$

$$P\left(\log 2+\cos\varepsilon\log\frac{1+\cos\varepsilon}{\cos\varepsilon}\right) = Q,$$

$$\frac{\frac{1}{2m}}{1-\frac{1}{2m}\varphi} = \mu$$

setzen:

$$\frac{4\pi}{a\,d\omega} L = \frac{1}{2m} (P + \mu Q).$$

In der folgenden Tabelle sind die Werthe von P und log brigg Q für die um je 10° steigenden Werthe des Emanationswinkels ε von $\varepsilon = 0$ bis $\varepsilon = 90°$ angegeben. In der nächstfolgenden Tabelle ist für Kremserweiss und Königspapier das Verhältniss L/L_0 (unter L_0 die senkrecht ausstrahlende Lichtmenge bei $\varepsilon = 0$ verstanden) berechnet; zur Vergleichung sind in der letzten Columne die Werthe von $\cos\varepsilon$ hinzugefügt.

ε	P	log Q
0°	1,00000	0,14186
10	0,99235	0,13759
20	0,96891	0,12432
30	0,92820	0,10053
40	0,86753	0,06311
50	0,78256	0,00622
60	0,66667	9,91819—10
70	0,50971	9,77205—10
80	0,29591	9,48187—10
90	0,00000	$-\infty$

I. Kremserweiss: $\log\mu = 0{,}24433$.
II. Königspapier: $\log\mu = 0{,}21829$.

ε	I. $\frac{L}{L_0}$	II. $\frac{L}{L_0}$	$\cos\varepsilon$
0°	1,00000	1,00000	1,00000
10	0,99087	0,99087	0,98481
20	0,96293	0,96301	0,93969
30	0,91478	0,91499	0,86603
40	0,84391	0,84430	0,76604
50	0,74657	0,74719	0,64279
60	0,61766	0,61851	0,50000
70	0,45094	0,45197	0,34202
80	0,24126	0,24221	0,17365
90	0,00000	0,00000	0,00000

Da in dem Ausdruck L die Winkel i und ε mit einander vertauschbar sind, so gelten die nämlichen Zahlen auch für die verschiedenen Werthe des Incidenzwinkels, wenn der Emanationswinkel constant = o ist.

33. Vergleichen wir nun diese Zahlen mit den von Seeliger[1]) publicirten Beobachtungsresultaten. Dieselben sind in den folgenden beiden Tabellen enthalten.

I. Emanationswinkel ε constant.

i	Marmor	Papier	Carton	Porzellan
0°	1000	1000	1000	1000
10	963	990	981	982
20	920	980	960	942
30	853	970	940	890
40	765	942	917	830
50	655	870	850	730
60	513	712	670	615
70	340	500	380	472
80	165	250	185	253

II. Incidenzwinkel i constant[2]).

ε	Marmor	Papier	Carton	Porzellan
0°	sehr nahe dem Cosinus proportional	1000	1000	1000
10		1054	1044	1004
20		1099	1057	977
30		1148	1048	918
40		1180	1026	831
50		1131	919	720
60		1020	760	590

1) Seeliger, Vierteljahrsschr. der astron. Gesellsch. Bd. 20, p. 267, 1885.

2) In der Originaltabelle sind, um die Abweichungen von dem Cosinusgesetz besser hervortreten zu lassen, die Verhältnisse der ge-

Von den beobachteten Substanzen entspricht nur der Marmor näherungsweise dem Cosinusgesetz; nach unserer Theorie würde dasselbe nur gelten bei allseitiger (diffuser) Beleuchtung für einen Körper, welcher der absoluten Weise nahekommt.

Die Zahlen für Papier und Carton stehen zwar denjenigen des neuen Gesetzes näher als denjenigen des Cosinusgesetzes; doch kann von einer auch nur annähernden Uebereinstimmung nicht die Rede sein. Da diese Materialien jedoch durchscheinend sind, so kann die für vollkommen undurchsichtige Platten abgeleitete Formel (22) auf sie überhaupt nicht angewendet werden, sondern es wäre die complicirtere Formel (20), welche für eine beliebige Dicke der Platte gilt, heranzuziehen. Diese aber würde für eine dünne Schicht die ausgestrahlte Lichtmenge unabhängig von Incidenz- und Emanationswinkel, also durchweg = 1000 ergeben. Ein Anwachsen dieser Lichtmenge mit zunehmendem Emanationswinkel bis zu einem Maximum, wie es aus den Beobachtungsreihen II hervortritt, kann durch das neue Emanationsgesetz ebensowenig wie durch das Cosinusgesetz dargestellt werden.

Auch mit der dem Lambert'schen sowie dem neuen Gesetz gemeinsamen Forderung, dass Einfalls- und Ausstrahlungswinkel mit einander vertauschbar sein müssen, stehen die Zahlen für Papier und Carton im Widerspruch, falls angenommen wird, dass der constante Emanationswinkel in I dem constanten Incidenzwinkel in II gleich gewählt worden ist.

Dagegen stimmen die für Porzellan gefundenen Werthe mit den aus dem neuen Emanationsgesetz berechneten ziemlich nahe überein, während sie von dem Cosinusgesetz be-

---

messenen Lichtmengen zu $\cos\varepsilon$ angegeben; hier sind der Gleichförmigkeit wegen durch Multiplication mit $\cos\varepsilon$ diese Lichtmengen selbst wieder hergestellt.

trächtlich abweichen. Der Rechnung wurde die Albedo 0,4 zu Grunde gelegt, welche Lambert als ungefähren Werth für weisse Körper überhaupt annimmt. Der constante Emanationswinkel bei I sowie der constante Incidenzwinkel bei II wurden beide = o angenommen. Da die beiden Beobachtungsreihen für Porzellan der Bedingung der Vertauschbarkeit von i und ε nicht unbedingt widersprechen, wurden aus ihnen noch die Mittelwerthe $\frac{1}{2}$ (I + II) gebildet, welche noch besser mit den aus der Theorie berechneten Werthen übereinstimmen. Neben jeder Beobachtungsreihe sind in der folgenden Tabelle in den Columnen a und b die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen für das neue Gesetz (a) und für das Cosinusgesetz (b) angegeben. Während die Abweichungen bei dem letzteren bis 31% des beobachteten Werthes ansteigen, erreichen sie bei dem ersteren nur 4%.

i oder ε	berechnet	Porzellan I	a	b	Porzellan II	a	b	Porzellan $\frac{1}{2}$(I+II)	a	b
0°	1000	1000	0	0	1000	0	0	1000	0	0
10	991	982	− 9	− 3	1004	+13	+19	993	+ 2	+ 8
20	963	942	−21	+ 2	977	+14	+37	960	− 3	+ 20
30	915	890	−25	+ 24	918	+ 3	+52	904	−11	+ 38
40	844	830	−14	+ 64	831	−13	+65	831	−13	+ 65
50	747	730	−17	+ 87	720	−27	+77	725	−22	+ 82
60	619	615	− 4	+115	590	−29	+90	603	−16	+103
70	452	472	+20	+130	—	—	—	—	—	—
80	242	253	+11	+ 79	—	—	—	—	—	—

Im Vorhergehenden ist zugleich der Weg vorgezeichnet für die theoretische Behandlung des durch einen durchscheinenden trüben Körper hindurchgegangenen diffusen Lichtes; ein näheres Eingehen auf diese Frage möge jedoch einer späteren Mittheilung vorbehalten bleiben.

Ueber die mikroskopischen Formen des Germaniumsulfürs und des Germaniumoxydes.

Von K. Haushofer.

(*Eingelaufen 7. Mai.*)

Die Seltenheit und die geringe Menge, in welcher das von Winkler in Freiberg im Argyrodit entdeckte neue Element Germanium[1]) sich findet, hat mich veranlasst, gelegentlich Versuche darüber anzustellen, ob nicht krystallisirte Verbindungen desselben dargestellt werden könnten, aus deren Beschaffenheit, selbst wenn sie nur in kleinen Quantitäten vorliegen, unter dem Mikroskop ein sicherer Anhaltspunkt für die Gegenwart dieses Elementes zu gewinnen wäre. Wesentlich erschwert wird die Aufgabe durch den Umstand, dass das Arsen und Antimon, dessen Verbindungen sich in Gesellschaft des Argyrodit finden, in ihrem chemischen Verhalten mit dem Germanium viel Aehnlichkeit besitzen und sich nur sehr schwierig von demselben trennen lassen.

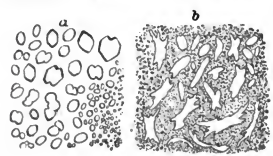
Meine Untersuchungen beschränken sich vorläufig auf die mikroskopischen Formen des Germaniumsulfürs GeS und seines Oxydationsproductes. Wenn man den Argyrodit im Glaskölbchen, am besten in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas oder Leuchtgas, erhitzt, bildet sich ein in seinem Ansehen dem sublimirten Schwefelantimon sehr ähnliches

1) Ber. d. D. chem. Ges., 1886, 3. Hft. — Journ. f. prakt. Chem. 1886, XXXIV, 117.

Sublimat von Germaniumsulfid, welches indessen, wie schon Winkler angegeben hat, krystallinisch ist und namentlich dann, wenn seine Menge nicht gar zu gering ist, sehr charakteristische Formen — oft schon unter der Lupe — erkennen lässt. (Fig. 1.) Dickere Krystalle sind undurchsichtig, von metallähnlichem Glanze; in dünnen Schichten zeigt das Sublimat eine braunrothe bis granatrothe Farbe. Es bedarf einer viel stärkeren Erhitzung des Argyrodit, um das Schwefelgermanium abzuscheiden, als die Abscheidung des Schwefelantimons, z. B. aus Fahlerzen.

Bei der Behandlung dieses Sublimates von Germaniumsulfür mit concentrirter Schwefelsäure bis zum Rauchen derselben verwandelt es sich in eine weisse, nicht krystallinische Masse; in der Schwefelsäure löst sich kaum etwas auf; aus einem erkaltenden Tropfen der klaren Säure setzen sich auf dem Objectglase nur einige Stäubchen ab.

Von concentrirter Salpetersäure wird das Sublimat in der Wärme sehr langsam in ein weisses krystallinisches Pulver von Germaniumoxyd GeO_2 verwandelt, welches im Ueberschuss der Säure wenig, leichter in verdünnter Salpetersäure und in Wasser löslich ist. Lässt man die Auflösung langsam bis zur Trockniss (über Schwefelsäure) verdunsten, so bleibt ein Absatz von sehr kleinen dichtgedrängten Krystallkörnern, welche der Mehrzahl nach kugelig oder elliptisch gestaltet sind, aber einheitlich polarisiren; einzelne grössere zeigen anscheinend rhombische Formen mit symmetrisch orientirten Auslöschungsrichtungen (Figur 2 a b).



Zu demselben Körper gelangt man durch Behandlung des auf nassem Wege gewonnenen weissen Germaniumsulfides GeS_2 mit starker Salpetersäure.

Wenn man ein Körnchen Argyrodit in einem offenen Glasröhrchen in guter Hitze röstet, bildet sich ein weisses Sublimat, welches dem auf gleiche Weise aber viel leichter zu erhaltenden Antimonoxyd sehr ähnlich ist. Es unterscheidet sich indessen von letzterem dadurch, dass es sich in einem Tropfen Wasser klar auflöst. Diese Lösung hinterlässt beim Verdunsten auf einem Objectträger einen weissen Absatz, welcher unter dem Mikroskop keine einheitliche Beschaffenheit zeigt (Fig. 2 b). Der Hauptmasse nach besteht er aus einer dichtgedrängten Masse von feinen anisotropen Krystallkörnern, welche mit dem auf nassem Wege zu erhaltenden Germaniumoxyd übereinzustimmen scheinen. Dazwischen liegen in geringerer Menge grössere, sehr dünne Krystalllamellen von elliptischen Formen, mitunter an den Enden ausgegabelt oder zerfranst. Sie polarisiren nur schwach, zeigen aber gerade Auslöschung. Der ganze Absatz geht in der Regel an seinem äussersten Rande in eine glasige, amorphe Haut über, welche geneigt ist, rissig zu werden und sich vom Glase abzulösen.

In einem Tropfen der wässrigen Lösung des Sublimates lässt sich durch Zusatz von Bleinitrat oder Calciumchlorid die Gegenwart einer nicht unbeträchtlichen Menge von Schwefelsäure nachweisen. Es liegt nahe zu vermuthen, dass das Sublimat ein Gemenge von Germaniumoxyd und einem Sulfat dieses Elementes darstelle.

Die Versuche, durch irgendwelche Reagenzien in dieser Lösung charakteristische Krystallabsätze zu erzielen, haben mir bis jetzt kein befriedigendes Resultat ergeben. In einer Schwefelwasserstoffatmosphäre wird ein Tropfen der Lösung bald trüb und es scheidet sich ein schmutzig weisser flockiger Niederschlag von Germaniumsulfid ab. Bei Zusatz von Silber-

nitrat bildet sich ein flockiger gelblichgrauer Absatz, der in Ammoniak löslich ist, bei Verdunstung des Ammoniaks aber immer nur wieder in Flocken erscheint. Wenn das Sublimat geringe Mengen von Germaniumsulfid enthielt, entsteht zugleich ein geringer Niederschlag von braunem, flockigem Silbersulfid, welches in Ammoniak unlöslich ist.

Das weisse oxydirte Sublimationsproduct des Argyrodit kann, wie gesagt, dem Ansehen nach mit Antimonoxyd verwechselt werden. Es unterscheidet sich von demselben durch seine Wasserlöslichkeit, sowie dadurch, dass es, ähnlich wie das Tellurdioxyd, beim Erhitzen zu kleinen wasserhellen Kügelchen zusammenschmilzt. Das Verhalten des Argyrodit in heisser concentrirter Schwefelsäure lässt indessen leicht die Abwesenheit von Tellur erkennen.

Aber auch das Quecksilbersulfid — welches ja in sehr geringer Menge im Argyrodit nachgewiesen ist — gibt bei oxydirendem Erhitzen im Glasrohr neben schwarzem Quecksilbersulfid und neben metallischem Quecksilber einen weissen Beschlag von Mercurosulfat, welcher im Wasser langsam löslich ist. Aus dieser Lösung scheiden sich beim Verdunsten flache kleine Krystalle dieses Salzes ab, welche bei der Berührung mit Jodkaliumlösung sofort in schmutzig grünes Mercurojodür sich umsetzen, während das Germaniumoxyd von Jodkalium nicht verändert wird.

Allgemeine Uebersicht der Heilkunde der alten Inder.

Eine Studie von Dr. Franz Hessler.

(*Eingelaufen 7. Mai.*)

Immer wieder tritt uns die Frage nach dem Alter der indischen Heilkunde entgegen. Die richtige Beantwortung dieser Frage wird aber noch lange auf sich warten lassen müssen; es wird hier, wie es scheint, noch lange nicht tagen, weil die alten Inder keine historische Chronologie, sondern nur mythische und mystische Zeiteintheilungen aufgestellt haben. Ihre Zeitepochen sind aber so fabelhafter Natur, dass sie keine Anhaltspunkte für die Zeit des Entstehens ihrer Heilkunde gewähren. Wir können daher nur spärliche Nachrichten der Griechen zu Hilfe nehmen, und unter diesen nur die verzeichneten Thatsachen, dass im Lager Alexander des Grossen in Indien die indischen Aerzte den Vorzug vor den griechischen behaupteten. —

Ueberhaupt geht aber die Ausübung des Heilverfahrens der Wissenschaft selbst voraus, und mussten demnach Jahrhunderte vorüberziehen, bis man hier, wie überall, bei einer wissenschaftlichen Aufzeichnung anlangte.

Ursprünglich war, wie bei allen übrigen Kulturvölkern, die Heilkunde der Inder in den Händen der Priester; diese betrieben zugleich auch mystische Heilungen als Religionssache, was in vielen Stellen, besonders des Susrutas, ersichtlich ist, was dessen hohes Alter zu beurkunden vermag.

Die Streitfrage, ob die Ausübung der inneren Heilkunde oder der Chirurgie die ältere sei, ist eine unfruchtbare, da in ihren ersten Anfängen sicherlich beide von gleichem Alter sind.

So ist es ein heute noch nicht zum Austrage gekommener Streit unter den Philologen und Historikern, ob die griechische oder die Sanskrit-Sprache und Literatur die ältere sei, und dieser Streit war früher so entbrannt, dass er der Sprachwissenschaft mehr geschadet, als genützt hat. Es mögen zwar überall auf gleiche Weise rohe Anfänge der Medizin in den Urzeiten begonnen haben, aber der Fortgang zu höherer Ausbildung derselben kann bei einem Kulturvolke rascher gewesen sein, als bei einem anderen; dies zu beurtheilen ist aber eine Aufgabe der höheren Sprachenvergleichung.

Wenden wir uns nunmehr zu dem Inhalte der indischen Heilkunde, wie solche in der Sanskritliteratur vorliegt. Die Masse von Sanskritwerken über Medicin ist eine überaus grosse; die weitaus grösste ist aber noch nicht im Drucke herausgegeben, sondern liegt nur in London in Manuscripten vor. So zum Beispiel finden wir 59 Codices über Medicin von Friedrich Reinhold Dietz verzeichnet. Schriftsteller, die sich mit Sanskrit überhaupt befassen, sind zwar sehr häufig; die sich aber auf Sanskritmedicin verlegen, sind rari nantes in gurgite vasto. Zu diesen werden besonders Vullers und Dietz zählen. Es haben zwar einige andere Schriftsteller versucht, über altindische Medicin zu schreiben, die aber keine Sanskritkenntnisse verrathen, daher sie hier ausser Acht gelassen werden mussten.

Benfey bezeichnet den Ayurveda des Susruta als das Hauptwerk der Sanskritmedicin, gibt demnach diesem den Vorzug vor der Samhita des Tscharaka. Ich werde mich hier vorzugsweise auf diese beiden Schriftwerke stützen, nicht nur, weil sie die weitaus ältesten, sondern weil sie

auch die vollständigsten sind. Von Tscharaka's Samhita steht mir indessen nur ein Theil des Sutrasthana zu Gebote.

Alle übrigen medicinischen Sanskritwerke schliessen sich, wie an religiöse Heiligthümer an jene beiden an.

Dietz hat freilich nur Verzeichnisse der Namen der in den vielen Sanskrit-Codices enthaltenen Krankheiten geliefert, aber von keiner die Behandlung uns mitgetheilt. Da aber in diesen Codices immer nur Krankheiten abgehandelt werden, die in dem Ayurveda des Susruta und in der Samhita des Tscharaka vorkommen, so scheint der Abgang der übrigen Schriftstücke für unseren Zweck nicht schwer vermisst zu werden.

Setzen wir hier ein Beispiel: Codex XLVIII Yogatarangini dvitiyajilda, volumen secundum: Febris, diarrhoea, dysenteria, dyspepsia, vermes, icterus, bilis flava, phthisis pulmonalis, singultus, inappetentia, vomitus, sitis, lypothymia, mania, epilepsia, rheumatismus, arthritis, paralisis etc. werden bis zu 62 Krankheiten codificirt, aber von keiner führt Dietz die Behandlung derselben uns vor. Alle diese Krankheiten werden ja auch im Ayurveda gefunden.

Beginnen wir mit dem Ayurveda des Susruta. Dieser besteht aus 6 Theilen: 1 Sutrasthana, 2 Nidanasthana, 3 Sarirasthana, 4 Tschikitsitasthana, 5 Kalpasthana und 6 Uttaratantra. Der erste Theil enthält die Einleitung und Grundprincipien für das ganze Werk; er beginnt mit der Offenbarung der Heilkunde durch göttliche Wesen. Brahma selbst theilt den Ayurveda den beiden Götterärzten, den Asvinen, mit; diese dann dem Indra; dieser dem Dhanvantari; dieser dem Susruta und den übrigen Schülern. Dies wäre also der mythologische Ursprung der altindischen Medicin. — Hierauf folgt die Einweihung des medicinischen Schülers und dessen physischen und psychischen Anlagen und Anforderungen an denselben.

Im weiteren Verfolge wird eine Eintheilung der Jahreszeiten, deren Witterungsverhältnisse und Einflüsse auf die Sanität besprochen. —

Vom siebenten Kapitel bis fast zum Ende des Sutrasthana wird vorzugsweise die Chirurgie behandelt; wie denn diese im ganzen Ayurveda am glänzendsten hervortritt; im Gegensatze zu der Samhita des Tscharaka, wo die innere Heilkunde vorherrschend ist.

Zuerst werden im Ayurveda die chirurgischen Instrumente und ihr Gebrauch bei den chirurgischen Operationen sehr anschaulich beschrieben; ihre Zahl ist 101. Sie werden nach ihrer Gestalt in 6 Klassen eingetheilt: instrumenta uncinata, forcipes, tubulata, palmiformia, hamata et secundaria. Sie werden gebraucht zum Schneiden, Ausfüllen, Verbinden, Sondiren, Wenden, Durchbohren, Ausrotten, Reinigen, Ausziehen, Einspritzen, Aufheben, Umbeugen, Lockermachen, Aussaugen, Exploriren, Zerstückeln, Geraderichten, Auswaschen, Einblasen, Abwischen. Die menschliche Hand und die Skalpelle sind hier die Hauptinstrumente. Die Nebeninstrumente sind: Stricke, Seile, Haarlocken, Riemen, Binden, Schlingpflanzen, Pferdedecken, causticum, cauterium, sichere Gehilfen. Nach der Beschreibung der Instrumente musste die Chirurgie im Ayurveda schon grosse Fortschritte gemacht haben.

Merkwürdig ist die angegebene Bereitungsart des lixivium causticum und dessen Anwendung bei äusseren und inneren Krankheiten. Hier wird behauptet, dass in allen Krankheiten es zu den wirksamsten Heilmitteln gehöre; wo Medicamente nicht helfen, greife man zu den Aetzmitteln; nützen diese nicht, versuche man mit dem Messer zu operiren, bis man endlich genöthigt wird, zum Feuer (moxa) seine Zuflucht zu nehmen. Ein gradweises Verfahren, wie bei Hippocrates und Celsus.

Im 13. Kapitel des Sutrasthana werden verschiedene ungiftige und giftige Blutegel, und die Anwendung der ersteren bei Königen, Reichen, Schwächlingen, Furchtsamen, Kindern, Greisen, Weibern, anstatt der Aderlässe, empfohlen. Schröpfköpfe verschiedener Art wurden auch häufig benützt und werden hier alle Indicationen hiefür aufgestellt.

Die Phlebotomie wird sehr umständlich besprochen nach ihren Indicationen und technischen Ausführungen, und dabei die Beschaffenheit des Blutes erwogen. Weit verbreitet sich der Ayurveda über die drei organischen Flüssigkeiten Luft, Galle und Schleim, die in dem ganzen Werke hindurch eine grosse Rolle spielen; er geht dann zu den körperlichen Grundbestandtheilen, als Zellgewebe, Muskelsubstanz, Mark, Knochen, männlichem Samen, Menstrualblut, bis zum Embryo über; dessen Anfang und allmählige Ausbildung stufenweise durchgehend, schliesst er mit der Geburt; was alles durch eine unsichtbare Lebenskraft bewirkt werden soll. — Hier muss nebenbei bemerkt werden, dass Gangadhara, der Scholiast des Tscharaka, die Annahme einer selbständigen Lebenskraft gänzlich verwirft, und das Leben in dem beständigen Stoffwechsel bestehen lässt, durch welchen alle Naturwesen ihre chemischen (guna), physikalischen (karma) und morphologischen (rupa) Erscheinungen zu Stande bringen. Das Aufhören des Stoffwechsels ist nach Gangadhara der Tod.

Nachdem über die Sekretionen, als Urin, Speichel, Schweiss etc. flüchtig hinweggeschritten ist, wird im weiteren Verlaufe bis zu Abschnitt XXVIII von den Wunden, Geschwülsten und Geschwüren, deren Wesen und Behandlung, gesprochen unter specieller Berücksichtigung der Verderbnisse der Sekretionen und Grundbestandtheile des Organismus. Nach Einschiebung ungünstiger mystischer und magischer Erscheinungen wird (cap. XXXV) zur Behandlung innerer Krankheiten geschritten, wobei Rücksicht zu nehmen

ist auf das Wesen der Krankheit selbst, auf die Jahreszeiten, auf die organische Wärme, auf das Alter und Geschlecht, auf die Leibesbeschaffenheit, auf die Körperkräfte und den psychischen Zustand, auf das Heilmittel und die geographische Lage.

Ueber die 37 Klassen der Arzneimittel ist in einem früheren Vortrage schon gesprochen worden.

Nachdem über Brech- und Abführmittel noch spezielle Vorschriften ertheilt worden, werden bis Ende des Sutrasthana über die Lebensmittel, Speisen und Getränke sehr weitläufige Regeln aufgestellt.

Der zweite Haupttheil der Medicin, Nidanasthana, behandelt nur die Pathologie.

Hier werden die Windsucht, Hämorrhoiden, Steinbildungen, Mastdarmfisteln, Lepra, Urinalaffectionen, Unterleibsgeschwülste, Störungen des Embryo, Phlegmone, Abscesse, Krankheiten der weiblichen Brüste, Arthritiden, Hodengeschwülste, Syphilis, Elephantiasis, Variolen, Phimosis, Mastdarmvorfall, Beinbrüche, Mundkrankheiten, und die Ursachen ihrer Entstehung aus den Verderbnissen der drei Grundsäfte — organische Luft, Galle und Schleim — und der Grundstoffe — Blut, Zellgewebe, Muskel- und Marksubstanz, männlicher Samen etc. — sehr ausführlich besprochen.

Die dritte Abtheilung des Ayurveda, Sarirasthana, die Somatologie oder Anatomie ist von seltsamer Beschaffenheit. Sie beginnt mit der Grundursache aller Wesen aus der Emanation des Urwesens (Pradhana), der Grundlage aller Herausbildungen des Idealen und Realen, und schreitet auf diesem Wege bis zur Geburt des Embryo fort. Bei der Bildung des Menschen anlangend, werden der männliche Same, das weibliche Menstrualblut und ihr wechselseitiger Einfluss bei der Zeugung und Bestimmung der Geschlechter besprochen, ihre Fehler hiebei nachgewiesen und das Verhältniss von Leib und Seele auseinandergesetzt. Es

wird also hier noch ein Dualismus angenommen, welchen der spätere Gangadhara verwirft, und alles Geistige aus dem Körperlichen entstehen lässt, und so den Monismus für das ganze Universum aufstellt.

Die Bestandtheile des Körpers werden unter beständiger Angabe ihrer Zahlen, nach Lage und Segmenten erörtert, wobei selten an die Wirklichkeit angestreift wird. Dies ist freilich sehr begreiflich, da die alten Inder, theils aus Scheu vor todten Körpern, theils aus religiösen Verboten, keine menschlichen Leichenzergliederungen vornahmen. Sie werden wohl das wenige Richtige der Anatomie aus Thiersectionen entnommen haben. Der Körper hat nach dem Ayurveda 6 Theile, nämlich 4 Extremitäten, den mittleren Leib und den Kopf. Die einzelnen Theile sind: Häute, Segmente, Elemente, Sekretionsorgane, Säfte, Leber, Milz, Lungen, Nieren, Gedärme, Zwerchfell, Sinneswerkzeuge, Arterien, Netz, Bänder, Nähte, Knochen, Kapselmembranen, Gelenke, Sehnen, Muskeln, Venen, Nerven, Vereinigung bewirkende Organe (Kapselmembranen). Von diesen Körpertheilen werden ihre Zahlen angegeben, die sehr fabelhaft klingen, weshalb auf ein weiteres Eingehen hier Umgang genommen werden soll. —

Die vierte Abtheilung des Ayurveda behandelt die Therapie, Tschikitsitasthana.

Weitaus den grössten Theil dieses Werkes macht die Therapie aus. Wunden und Geschwüre, Beinbrüche, organische Luftkrankheiten, Rheumarthritis, durch Gallen-, Luft- und Schleimüberfluss entstandene Krankheiten, Ohrenkrankheiten, Hämorrhoidaltuberculose, Steinkrankheiten, deren Operation, Lepra, Urinalaffectionen, Diabetes, Unterleibsgeschwülste, widernatürliche Geburten, Frauenbrustkrankheiten u. s. w. kommen hier zur Behandlung.

Die fünfte Abtheilung dieses Werkes betrifft die Toxicologie, Kalpasthana.

Den Anfang macht diese Abtheilung mit dem Schutze eines Königs vor Vergiftung, der doch wegen des Wankelmuthes der Volksmenge (mobilium turba quiritium) erhalten werden muss. Sowohl hereinbrechende Feinde, als ruchlose Weiber suchen denselben zu vergiften. Da muss vor Allem die Küche strenge beaufsichtigt werden. Man verliere einen der Giftmischerei verdächtigen Menschen nie aus den Augen; man kann einen solchen schon aus seinem verdächtigen Betragen vermuthen. — Die giftigen Stoffe kommen zumeist aus dem Pflanzen- und Thierreiche, können in jeder beliebigen Form und in verschiedenen Applicationsstellen einverleibt werden. Die Gegengifte werden aufgezählt; nur Schade, dass sowohl die Gifte, als auch ihre Gegengifte uns noch nicht aufgeklärt sind, weshalb die Sanskritnamen derselben in meiner lateinischen Uebersetzung eingesetzt werden mussten. Dies gilt besonders von den Giften und Gegengiften aus dem Thierreiche, von den Schlangen, Würmern und Insekten. Am weitläufigsten führt uns Susruta die giftigen Schlangen vor, die er in kamm-, kreis- und linienförmige eintheilt, und nach deren Biss sechs Vergiftungssymptome aufzählt. Und wirklich wurden auch im Lager Alexanders des Grossen gerade die indischen Aerzte in der Heilung der giftigen Schlangenbisse vorzugsweise gerühmt.

Die sechste und letzte Abtheilung des Ayurveda, der Uttaratantra behandelt die verschiedenartigen Krankheiten, die in den vorausgehenden Sectionen nicht zum Vortrage kamen.

Susruta beginnt hier mit dem Inhaltsverzeichnisse dieser Abtheilung und verspricht gründliche Beschreibung und Behandlung der Augenleiden, der Kinderkrankheiten, der dämonischen Besessenheiten; er will die 63 Combinationen der Stoffe nach ihrem Geschmacke und die Diätetik besprechen. — Die Augenkrankheiten mit ihrer Behandlung werden in 19 Kapiteln durchgeführt, wobei chirurgische

Operationen nicht ausgeschlossen sind. Hierauf geht er zu den Ohren- und Nasenleiden über. Nachdem die Katarrhe und Kopfschmerzen kurz berührt sind, ist desto umständlicher von den dämonischen Besessenheiten und ihrer Behandlungsweise die Rede. Die Ruhr, Abzehrung, Herzkrankheiten, Gelbsucht, Athmungsbeschwerden, Ileus, Urinbeschwerden, Epilepsie, Delirium beschliessen diese ganze Abtheilung.

Was nun das zweitwichtige Werk über altindische Medicin, den Tscharaka betrifft, so ist, insoweit er mir bekannt, der Inhalt desselben dem des Susruta sehr ähnlich, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei Ersterem die innere Medicin, bei Letzterem die Chirurgie vorherrscht. Vergleicht man nun den Inhalt des Susruta und Tscharaka mit den LIX Handschriften, die Dietz in London in der Sammlung des Colebrooke angetroffen und verzeichnet hat, so wird man auf den ersten Anblick ersehen, dass alle späteren medicinischen Sanskrit-Schriftsteller dieselben Krankheiten bruchstückweise beschrieben und sich genau an beide angelehnt haben. Dies ist am augenscheinlichsten aus dem Codex XLVIII zu ersehen, wo die 62 Krankheiten wie aus dem Ayurveda copirt erscheinen. Und so verhält es sich mit allen späteren altindischen medicinischen Schriftstellern. Diese zwei genannten Hauptwerke stehen wie göttliche Offenbarung da, über die hinaus bei den alten Indern die Medicin weder einer weiteren Ausbildung fähig, noch auch bedürftig zu sein schien. Eine grosse Anzahl von altindischen Schriftstellern, unter diesen Amarasinha mit seinem Amarakoscha, traten später auf. Die von diesem beschriebenen Krankheiten sind meistens Bruchstücke aus den zwei genannten Hauptwerken entlehnt, und nur mit einigen neueren Namen belegt, die deutlich einen späteren Ursprung bekunden. Ueberdies theilt er auch die Pflanzen in Medicinalgewächse und Küchenkräuter ein und fügt noch einige

Theile des menschlichen Körpers und seiner Krankheiten hinzu. —

Es wäre sehr wünschenswerth, dass mehrere sanskritkundige Aerzte sich herbeiliessen, die besonders in London vorliegenden vielen medicinischen Sanskrithandschriften zum Drucke zu befördern und mit möglichster historischer Kritik zu bearbeiten.

Das wäre also der Inhalt der altindischen Medicin nach Sanskritquellen. Weil aber die Materialien derselben nicht systematisch geordnet, sondern wie zusammengewürfelt uns erscheinen, so will ich versuchen, in Kürze nach unseren Medicinaldoktrinen das Ganze zusammenzustellen.

A. Aetiologie.

Die entfernten Krankheitsursachen sind den altindischen Aerzten die fünf Naturelemente, Aether, Luft, Feuer, Wasser und Erde. In und durch diese operirt Brahma (Pradhana), erschafft und erhält durch diese alle Wesen. Ueber diese hinaus gibt es, nach Dhanvantari, keine weitere medicinische Forschung. Wenn diese Naturelemente ungleichmässig oder verkehrt auf den menschlichen Organismus einwirken, tritt Krankheit oder der Tod ein. Jedes Element macht aber seinen Einfluss auf Gesundheit und Krankheit geltend durch die Jahreszeiten, Alimente, Stand des Himmels und der Erdgegenden.

Die nächsten Krankheitsursachen sind: die Verderbnisse der drei Grundsäfte, nämlich der organischen Luft, der Galle und des Schleimes; dann die Verschlechterung der körperlichen Grundstoffe, nämlich des Chylus, Blutes, Zellgewebes, Fleisches, Knochen, Markes und des männlichen Samens, wodurch die Se- und Exkretionen in einen krankhaften Zustand gerathen, begleitet mit erethischem, synochalem oder torpidem Fieber.

B. Therapie.

a) Chirurgie. Diese ist vorzugsweise von Susruta behandelt; alle späteren Schriftsteller nahmen hierin denselben zum Muster. Bei sehr mangelhafter Anatomie finden wir bei ihm die kühnsten chirurgischen Operationen, die Rhinoplastik, die Herniotomie und Lithotomie meisterhaft ausgeführt; ein Gleiches gilt von der Geburtshilfe, die ihm als ein Theil der Chirurgie gilt.

b) Innere Medicin. Sie nimmt den grösseren Raum des Ayurveda ein, beiläufig 62 Krankheiten.

„Es gibt keine Krankheit eines Organes ohne Fieber, und kein Fieber ohne solche Krankheit." Diese Ansicht läuft wie ein rother Faden durch alle medicinische Schriften der alten Inder hindurch; ihnen ist das Fieber keine selbstständige Krankheit, sondern nur der Reflex einer organischen Krankheit. Schon das Wort dschvara bedeutet eigentlich nicht Fieber allein, sondern Krankheit überhaupt, weil der beständige Beherrscher aller Krankheiten das Fieber ist. (Uttaratantra cap. XXXIX.) Sie theilen weiter die Krankheiten ein in natürliche, dämonische und durch Götter verhängte. —

Es kommt ausser der Berücksichtigung des Krankheitscharakters, des Alters und Geschlechtes, der Jahreszeiten und der Himmelsgegenden alles bei der Behandlung einer Krankheit darauf an, dass das Heilmittel seine richtige Anwendung finde; denn das schärfste Gift kann nach dem Ausspruche des Tscharaka bei richtiger Anwendung ein Heilmittel und das beste Heilmittel bei verkehrtem Gebrauche ein Gift werden.

Es ist nach Tscharaka vom Arzte dahin zu wirken, dass die Grundflüssigkeiten und die anderen Grundstoffe in dem entsprechenden Ebenmasse erhalten werden; darin be-

steht die Aufgabe der Hygiene und der Therapie. Alle Heilanzeigen sind allopathisch, d. h. alle Krankheiten werden durch Stoffe von entgegengesetzten Eigenschaften geheilt, so Verkältung durch Erwärmung u. s. w.

Als die allen Heilanzeigen genügenden Mittel werden von Tscharaka vorzugsweise die Früchte- und Wurzelstoffe, die Rinden, Fette und Salze, die Urine verschiedener Thiere, die Milche u. s. w. angegeben.

Dem bewährten Arzte räumt Tscharaka den ersten Rang unter den Sterblichen ein.

C. Hülfswissenschaften.

a) Arzneimittellehre. Die meisten Arzneimittel sind aus dem Pflanzenreiche entnommen; die wenigsten, aber wirksamsten aus dem Mineralreiche; aus dem Thierreiche vorzugsweise die Fette und Urine.

b) Naturphilosophie. Von dem neutralen Brahma (Pradhana) entwickelt sich alle ideale und reale Wesenheit. Aus ihm tritt zuerst das noch unsichtbare Urelement in fünf Abstufungen hervor (Tanmatrani); aus diesen dann erst die fünf Naturelemente Aether, Luft, Feuer, Wasser, Erde. Die reale Welt ist nur eine unbewusste Einheit; es gibt keinen Dualismus; die Natur wirkt mechanisch dynamisch durch diese fünf Elemente; so Gangadhara.

D. Physiologie.

Der männliche Same und das weibliche Menstrualblut haben bei der Zeugung gleichen Antheil und beide verhalten sich activ, und keines passiv. Mit welchem Körpertheile der Embryo seine Ausbildung beginnt, darüber herrscht ein grosser Streit zwischen den grössten Auctoritäten Saunaka, Kritavirya, Parasarya, Markandeya, Subhuti, Gautama und

Dhanvantari. — Der Embryo ist anfangs nur eine rohe, unorganisirte Masse, in welcher sich alsbald ein Blutpunkt entwickelt, welcher sich zu blutführenden Gefässen ausdehnt, welche dann aufwärts, abwärts und seitwärts verlaufen, so den ganzen Körper erhalten und den einzelnen Organen ihre eigenthümlichen Stoffe zuführen. —

Schliesslich will ich noch constatiren, dass ich in dieser vorwürfigen Studie mich rein objektiv gehalten und mir nicht die geringste subjective Beimischung erlaubt habe.

Ueber Belonostomus, Aspidorhynchus und ihre Beziehungen zum lebenden Lepidosteus.

Von Otto Reis.

(Mit 2 Tafeln.)

(Eingelaufen 7. Mai.)

Seit Agassiz und J. Müller die Ordnung der Ganoiden begründet und befestigt hatten, galt der lebende Lepidosteus als der verallgemeinerte Typus und Vertreter einer gewissen Unterordnung derselben, die man auch nach ihm Lepidosteiden genannt hat. Indessen war es noch nicht gelungen, ihm auch eine Stelle in der Stammesgeschichte anzuweisen, vielleicht gerade desshalb, weil er die verschiedenen Eigentümlichkeiten dieser Unterordnung in einer etwas allgemeinen Vereinigung zeigt. Einige herrlich erhaltene, aus dem lithographischen Schiefer Bayerns stammende Vertreter der fossilen Gattungen: Belonostomus und Aspidorhynchus, die mir Herr Prof. v. Zittel mit seiner in weitesten Kreisen bekannten Liberalität aus der Münchener Staatssammlung zum Zwecke nachfolgender Publikation zur Verfügung stellte — ermöglichen nun eine auffallende Verbindung der fossilen Lepidosteiden mit ihrem lebenden Stammtypus.

Die Untersuchungen von Agassiz sind auch für Belonostomus und Aspidorhynchus grundlegend. Spätere Gelehrte wie Wagner, Winkler, Pictet, Quenstedt, Günther, und Vetter haben mehr oder weniger umfangreiche Ergänzungen zu seinen Angaben geliefert. Besonders hat Professor

Vetter (Mittheilungen aus dem kgl. min.-geolog. und prähistorischen Museum in Dresden IV. Heft 18) die beiden Gattungen in vorzüglicher Weise und ausführlich, sowohl ihre systematische Gliederung als auch osteologische Details derselben behandelt. Jedoch war sein Material weder so ausgedehnt, wie das der Münchener Staatssammlung, noch konnte er über so hervorragende Zufälligkeiten der Erhaltung verfügen, die mich befähigen, einige Versehen zu verbessern, einige offengelassene Punkte auszufüllen und noch neue osteologische Merkwürdigkeiten hinzuzufügen. Ich werde indes auch Gelegenheit haben auf die grossen Vorzüge der mir vorangegangenen Bearbeitung einzugehen.

Schädelbasis und Gaumen.

Die grosse Anzahl der in der Münchener Sammlung vertretenen unscheinbaren, aber für die Osteologie so wichtigen Platten mit zerstreuten Skelettheilen machen es möglich, die Beschreibung mit einem Knochen zu beginnen, den man bei fossilen Fischen am wenigsten zu Gesicht zu bekommen vermuthen kann — dem Parasphenoid. Ich habe dasselbe auch mit dem Parasphenoid von Lepidotus, Makrosemius, Pholidophorus, Caturus und Leptolepis vergleichen können und es stellte sich heraus, dass dasselbe bei allen Lepidosteiden und Amiaden mit dem der Teleostier im Grossen und Ganzen übereinstimmt.

Während das Parasphenoid bei den Crossopterygiern (von Coelacanthus und Polypterus bekannt) allgemein eine selbständige vordere Endigung zu haben scheint und von dem paarigen Vomer vollständig getrennt ist, gehen beide bei den Lepidosteiden, Amiaden und Teleostiern eine enge Verwachsung ein; der Vomer zeigt in einer paarig angeordneten Bezahnung seine Entstehung aus einem früher paarigen Gebilde; seine Knochenbasis ist aber nun unpaar, nach hinten

verlängert und verwächst mit dem unpaaren Parasphenoid ganz so eng, wie bei den Teleostiern.

Die bei der Crossopterygiern über die ganze Fläche ausgebreitete Bezahnung ist bei den Lepidosteiden und Amiaden auf den Uebergang des Parasphenoids in die Basis cranii beschränkt und dort in einem Häufchen unregelmässiger Zähne ausgebildet.

Ein nur der Form nach von diesem gewöhnlichen Typus abweichendes Parasphenoid zeigen Belonostomus und Aspidorhynchus. Es ist in Taf. I Fig. I rechts von der Seite, links von unten dargestellt. Beim Buchstaben A ist der Uebergang in die Basis cranii, man bemerkt hier die Bezahnung des Parasphenoids in unscheinbaren Körnelzähnchen ausgebildet; sie reicht etwas weiter nach vorne als ich es bei den übrigen Lepidosteiden fand; beim Buchstaben B fügt sich der erste Wirbelkörper oder das Basioccipitale an. (Taf. 1 Fig. VI.)

Das vordere Parasphenoid ist schlank und zart, es biegt sich in der Interorbitalregion von beiden Seiten ein, wird nach vorne etwas breiter und endigt, ganz dünn geworden. Es hat im ganzen Verlauf einen umgestürzt T-förmigen Querschnitt, worin es, wie in den anderen angeführten Merkmalen vor allen andern mir bekannten Gattungen mit Lepidosteus in der That ganz auffallend übereinstimmt. Bei Lepidosteus findet sich aber als ein nicht schwerwiegender Unterschied keine Spur von Zähnchen an der Stelle wo Belonostomus und Aspidorhynchus reichlich entwickelte Zahntuberkeln zeigen.

In Fig. IV ist das Parasphenoid (Psph) in situ zu sehen, es reicht bis zum Beginn der grossen Zähne des Schnabels. An seinem vorderen Theile liegen längs seiner beiden Seiten zwei längliche Knöchelchen, die ihrer Oberfläche nach zarte Zähnchen getragen haben müssen. Sie könnten nach Agassiz den (bei Lepidosteus) paarigen Vomer darstellen, es ist mir aber kein Fall bekannt wo das Parasphenoid in solcher

Weise die Vomeralgebilde bis vornehin überdeckte. Lepidosteus hat aber ausser dem paarigen Vomer noch einen paarigen Zahnbelag auf den Parasphenoid selbst, den ich mit diesen beiden Plättchen vergleichen möchte. Agassiz gibt in seiner vorzüglich dargestellten Anatomie des Lepidosteus-Kopfes eine deutliche Ansicht dieser Gebilde, wenn sie auch nicht beschrieben und bezeichnet sind. An einem Lepidosteuskopfe, der mir zur Vergleichung diente, sehe ich die hintere Endigung dieses Parasphenoidbelags, eng mit demselben verwachsen, so weit nach hinten reichen, als das Palatinum lang ist; die vordere Endigung ist bei Agassiz in der von C. Vogt gezeichneten Abbildung durch den Beginn des Vomer und das Aufhören des Palatinums bestimmt. Letztere Kennzeichen gelten auch für die in Rede stehenden Gebilde bei Belonostomus, wie ich nun bei der Besprechung des Palatinbogens zeigen werde.

Derselbe ist der auffälligste Theil des Gebisses und ist, der Beschreibung nach zu gehen, von Professor Vetter als Maxilla gedeutet worden; durch die Ungunst des Materials musste er die gekörnelte Innenseite für die skulpturirte Aussenseite halten; Versehen, wie sie den aufmerksamsten Forscher fossiler Fische auch bei grosser Vorsicht nur zu leicht necken können.

Der grösstentheils stabförmige Gaumenbogen besteht aus zwei Theilen: Tafel I (Fig. II ud) einem hintern EPt mit einer scheinbar senkrechten Verbreiterung; dieses EPt trägt von vorn bis hinten auf der Unterkante dichtgedrängte, unten gleichartige Zähnchen, die auf der Innenseite (Fig. II) in ein breites Feld dichtstehender Körnelzähnchen übergehen. Der vordere Theil Tafel I (Fig. II a und b) Pl legt sich von unten aussen an den hinteren EPt heran und reicht von der Stelle x bis an die Spitze des Gaumenbogens; er ist aber erst von da an bezahnt, wo Ept vorne aufhört, welche Bezahnung mit drei gewaltigen Zähnen hinten beginnt

und vorne mit kleineren Zähnchen endet. Das hintere Glied des Gaumenbogens ist das Ektopterygoid, das vordere das Palatinum. Sie sind bei Lepidosteus in gleicher Weise verbunden und ihre Richtung wird nach vorne durch den Vomer fortgesetzt. Es scheint hiermit klargestellt, dass wir den Vomer bei Belonostomus und Aspidorhynchus nicht in jenen beiden Plättchen zwischen dem Palatinum und Parasphenoid sehen können, derselbe muss vor dem Palatinum in dem vorderen Theil des Schnabels liegen; wir müssten ihn Tafel I (Fig. IV) zwischen den beiden grossen Zahnreihen desselben suchen. Es ist hier leider die Gesteinsmasse so fest, dass durch Präparation nichts zu erreichen war. Bedenken wir noch, dass bei Lepidosteus der Vomer einen geringen Besatz hinfälliger Bürstenzähnchen trägt, so können wir bei einer gleichen Bezahnung bei dem Aspidorhynchus keinen so deutlich ausgesprochenen Vomer erwarten, besonders wenn die Erhaltungsbedingungen keine günstigen waren.

Kehren wir zu einer genaueren Betrachtung der einzelnen Bogenglieder zurück, so scheinen hier doch ziemlich starke Differenzen zwischen den Aspidorhynchen und Lepidosteus zu bestehen. Indes müssen wir dieselben als Folgen der Zusammendrückung ansehen, wie sich aus dem Folgenden leicht ergibt.

Die hintere Verbreiterung des Ektopterygoids zeigt unten eine Verdickung, die dem Unterrand entspricht und eine Fortsetzung des stabförmigen, vorderen Theils zu sein scheint; sie hebt sich nur auf der Aussenfläche Tafel I (Fig. II oben) von der Verbreiterung selbst ab, die Innenfläche Tafel I (Fig. II unten) desselben ist indes glatt und die Verdickung scheint nur durch. Auf die Aussenfläche legt sich das Quadratum in seiner für die Fische charakteristischen dreieckigen Gestalt auf und steckt nun oft zwischen der in Rede stehenden Verbreiterung und ihrer äusseren Verdickung

eingeklemmt fest. Dies ist ein Zeichen, dass beide nur durch Druck aufeinandergepresst sind und wir es hier nur mit einem äusseren und inneren Flügel einer einzigen umgebogenen Lamelle zu thun haben. Der innere Flügel ist ausgebreiteter und dünner; auf ihn legt sich das Quadratum. Der äussere Flügel ist schmäler und massiver und legt sich um den Vorderand desselben. Vergleicht man nun die Abbildung bei Agassiz (l. c. Taf. B" Fig. 2) die den Pterygoidbogen nach abgelöstem Maxillare zeigt, so sieht man bei Lepidosteus fast genau dasselbe Bild der Anordnung und Form der Theile, wie bei den Aspidorhynchen.

Eine Vergleichung der beiden Fig. II a und b, ergibt auch, dass wie bei Lepidosteus der scheinbar stabförmige vordere Theil des Ektopterygoids in ähnlicher Weise doppelflügelig ausgebildet war; wie wäre es sonst möglich, dass die beiden Stücke, die einem Exemplare angehören, von aussen und innen gesehen so verschiedene Randcontouren zeigten, wenn nicht durch den Druck hier eine Verschiebung eingetreten wäre was nur bei einer Bildung möglich ist, wie sie das Ektopterygoid von Lepidosteus zeigt; es setzt sich also auch bei den Aspidorhynchen die hinten erkannte flügelartige Bildung des Pterygoids ebenfalls in den vorderen scheinbar stabförmigen Theil fort.

Lepidosteus gibt uns so eine lebendige Anschauung der Lagerungsverhältnisse der bis jetzt angeführten Knochentheile von Belonostomus und Aspidorhynchus. Wir müssen hier wie dort einen schmalen fast nur von den Unterkanten des Parasphenoids, Ektopterygoids und Palatinums gebildeten Gaumen annehmen, in dem sogar Einzelheiten wie der Querschnitt des Paraphenoids gleich sind. Zu den behandelten Gebilden treten noch wie bei den meisten Fischen in die Reihe der Gaumenbogenglieder das Endo(-Meso)pterygoid und Metapterygoid. Beide sind wie bei allen Lepidosteiden auch bei den Aspidorhynchen zu bemerken; es trägt hier

das Endopterygoid ein Feld dichtgedrängter Körnelzähnchen, während es bei Lepidosteus gänzlich zahnlos ist. Das zahnlose Metapterygoid ist auch bei den Aspidorhynchen etwas nach hinten gestreckt und stimmt mit dem engen gestreckten Gaumen.

Wir haben hiemit auch einen der Punkte berührt, der die Gruppe der Lepidosteiden scheidet und den Lepidosteus sammt den Aspidorhynchen in eine etwas gesonderte Stellung zu den übrigen Lepidosteiden stellt, was allerdings keine grosse, für das System gültige Scheidung bedeutet. Es ist dies derselbe Unterschied, der sich in den beiden lebenden Vertretern der mesozoischen Ganoiden ausdrückt, in Amia und Lepidosteus, der sich ebenso schon in den fossilen Lepidosteiden vorbereitet.

Bei Lepidosteus und den Aspidorhynchen ist der Gaumen, wie beschrieben, fast nur von den Unterrändern stabförmiger Knochen gebildet; bei Amia, Caturus, Megalurus, Pholidophorus, Makrosemius und Histionotus sind die an das Parasphenoid angrenzenden Stücke lamellös ausgebildet und die Unterränder mit ihrer Bezahnung weit von dem Parasphenoid entfernt; es ist ein breiter, hauptsächlich durch Knochenlamellen begrenzter Gaumen gebildet. Immer aber ist, was für die Ganoiden charakteristisch ist, der Gaumenbogen bis ans Parasphenoid geschlossen, befestigt sich an demselben und ist nicht wie bei den Teleostiern vorwiegend hyostyl.

Wie man aus Tafel I Fig. IV bei MPt sieht, ist die Anheftestelle des Metapterygoids dem Parasphenoid zugekehrt und wie bei Lepidosteus das Metapterygoid eigentlich das Gaumenbogensuspensorium (zum Unterschied von Mandibelsuspensorium) ist, so konnte ich dasselbe auch bei Makrosemius, Pholidophorus, Lepidotus, Ophiopsis, Gyrodus, Pycnodus in derselben Funktion beobachten. Ein zweiter Fortsatz des Metapterygoids der nach hinten gerichtet ist und bei Lepidosteus ganz gering ist, verbindet sich bei den Tele-

ostiern später mit der Hyomandibel und bildet den ausschliesslichen hinteren Anheftepunkt des Gaumenbogens; die Verbindung mit der Prootikalregion des Schädels ist vollständig verloren gegangen. Man bemerkt, dass bei einem Anschluss des Metapterygoids an das Parasphenoid ein viel engerer dorsaler Schluss des Gaumens möglich ist, als bei einem Anschluss derselben an die Hyomandibel, die ja den Gaumenbogen von der Schädelbasis entfernt hält. Bei den wenigen fundamentalen Unterschieden, die wir einerseits zwischen den Lepidosteiden, Amiaden und den Teleostiern andererseits haben, ist auf diesen Unterschied einigermassen Gewicht zu legen. Die Amiaden verhalten sich auch hierin wie ächte Ganoiden; es stösst das Metapterygoid an das Parasphenoid, wenn auch der Fortsatz nach der Hyomandibel bedeutender entwickelt ist und die enge Verbindung der beiden bei den Teleostiern vorbereitet.

Die Hyomandibel der Aspidorhynchen zeigt die allgemeine Form wie die mesozoischen Ganoiden und keine spezielle Annäherung an Lepidosteus; ebenso haben Prootikum und Opisthotikum nur ein allgemeines Interesse, sie sind stets getrennt gefunden und zeigen, dass der Schädel seitlich nicht geschlossen war; dies gilt aber jedenfalls für alle Lepidosteiden und Amiaden. Eine ähnliche Gleichheit hat die Verknöcherung der Occipitalregion der fossilen und lebenden Lepidosteiden und Amiaden. Wir haben hier kein Occipitale superius mit dem Fortsatz; den dorsalen Schluss des Ringes bilden die Occipitalia lateralia, darauf folgen nach hinten, noch auf seitlichen Erhebungen des Basioccipitale aufsitzend zwei Paar kleiner Knöchelchen, modificirte Neurapophysen, die sich ganz gleich den Occipitalia lateralia dorsal schliessen den Neuralcanal umfassend; zu einem unpaaren Gebilde, zu einem Dornfortsatz kommt es nirgends. Bei Schädeln, die von oben plattgedrückt sind, sieht man auch stets dasselbe Bild wie bei Lepidosteus, wenn man von oben auf die Schädelendigung

herabsieht. Die Dornfortsatzbildung der Teleostier ist bewirkt durch die tiefe Lage der Schädelknochen und den Ansatz von Muskeln, die den Muskeln an den Dornfortsätzen der Neurapophysen homodynam sind; hierdurch erhalten Schädel und Wirbelsäule eine gemeinsame Orientirung. Diese fehlt ganz bei den Lepidosteiden und Amiaden. Die Hautschädelknochen liegen sehr oberflächlich und es ist ein bedeutender verticaler Abfall zur Wirbelsäule als ein auffälliger Unterschied von den extremen Teleostiern zu betonen.

Maxillarglieder und Rostrum.

Bei den bisher beschriebenen Kopfskelettheilen bedurfte es keiner Unterscheidung zwischen Belonostomus und Aspidorhynchus. Dies gilt nun nicht mehr bei den in der Aufschrift angekündigten Elementen. Ich wähle zum Ausgangspunkt der Beschreibung der betreffenden Gebilde die Gattung Belonostomus.

Tafel I Fig. IV zeigt den wundervoll erhaltenen und günstig gelagerten Kopf von Belonostomus speciosus Wgr., an dem sich besonders die Unterseite des Gaumens vorzüglich präsentirt; man sieht das Parasphenoid und die beiden vorderen Belegknochen desselben, von wo an der Vomer und der massive Schnabel beginnt. Der letztere ist mit einer Reihe grosser innerer Zähne bewaffnet, die mehr an die Mittellinie gerückt sind und einer Reihe ungleich zahlreicherer Zähne, die dagegen auf dem äussersten Rand des zugleich auch die Oberfläche des Schnabels bildenden Knochenstückes stehen. Diese Bezahnung unterscheidet sich so sehr von der der übrigen fossilen Lepidosteiden und erinnert so besonders an die des Lepidosteus selbst, dass ich auch nach der für letzteren so charakteristischen Gliederung des Oberkiefers suchte. Ich fand sie denn auch mehr oder minder gut bei fast allen Exemplaren der Sammlung, besonders deutlich in

der abgebildeten Figur. Die Trennungslinien der Glieder entsprechen immer der Mitte zwischen 2 grossen Zähnen; merkwürdiger Weise fehlen an diesen Stellen auf der einen Seite die grossen Zähne, die an der andren wohl vorhanden sind; auch Lepidosteus zeigt an den Trennungslinien die grössten Zähne; dies ist wohl nur ein unwichtiger Zufall und wir können annehmen, dass sie durch die ungünstige Lage weggedrückt und bei einer früheren unverstandenen Präparation weggeschafft wurden; undeutliche Stummel der Zähne sind noch zu sehen.

Die Beobachtung der Gliedertrennungslinien ist nun schon bei Lepidosteus nicht sehr auffallend und die Schwierigkeit erhöht sich bei den fossilen lang- und dünnschnabligen Belonostomen nur noch mehr. Bei den ganz schmalschnabligen Arten ist die Höhe der Glieder sehr gering und ihre Verbindung auf eine <-förmige Sutur beschränkt; bei dem starkschnabeligen Belonostomus Münsteri Ag. und Bel. speciosus Wgr. Tafel I (Fig. IV) sind die Glieder hoch, die Verwachsungszacken kurz, aber deutlich; ich zähle 6 oder 7 Glieder. Nach vorne werden die Trennungslinien undeutlich, die Glieder verwachsen stark und wir müssen annehmen, die letzten seien zu einem längeren Endstück, dem Praemaxillare verwachsen. Ausser diesen Maxillargliedern ist hinter dem massiven Schnabel noch ein Zahnknochengebilde, das mehr dem gewöhnlichen Maxillare der fossilen Lepidosteiden und der Fische überhaupt entspricht (Fig. IV mit den Zähnen nach oben gedreht); es ist in Fig. III dargestellt, gehört zwar einem Aspidorhynchus an, ist aber bei Belonostomus ganz gleich gebildet. Es ist ein stabförmiger, mit nur einer Reihe gleichmässiger Zähnchen besetzter Knochen, hat vorne eine eigenthümliche Auszackung, in der Mitte eine Verbreiterung nach oben und liegt mit seinem hinteren nach abwärts gebogenen Ende der Mandibel auf. Es scheint so, als ob die Vereinigung dieses stabförmigen

Knochens und der den Schnabel bildenden Glieder, die ja in der Bezahnung einen ganz bedeutenden Unterschied zeigen, unter der gemeinsamen Bezeichnung „Maxilla" eine Vereinigung gänzlich verschiedener Elemente bedeute. Ein Blick in die Maxillarverhältnisse des Lepidosteus erleichtert auch hier das Verständniss.

Dort ist die Differenzirung in grosse innere Zähne und kleinere Randzähne nur da stark, wo die einzelnen Maxillarglieder sich eng an die von Parasphenoid, Vomer und Palatin gebildete feste Schnabelaxe anschliessen; weiter hinten rücken die grossen Zähne kleiner werdend näher an den Aussenrand und auf den hintersten Gliedern findet sich nur eine einzige Reihe kleiner Zähne, die sich sogar erhält, wo die letzten Glieder auf der Aussenfläche der Mandibel aufliegen. Hier ist es auch, wo das Pterygoid und Parasphenoid keine so geschlossene Axe mehr bilden, wie vorne im Schnabel. Diese letzten Glieder, deren ich bei Lepidosteus drei zähle, sind nicht mehr durch so starke Suturen in einandergefügt, sie sind beweglich und sind mit dem freien, nur eine Zahnreihe besitzenden Maxillare von Belonostomus und Aspidorhynchus zu identificiren; dies ist auch das gewöhnliche Maxillare aller Fische. Bei Belonostomus und Aspidorhynchus ist das frei herüberhängende Schlussglied im Verhältniss zu Lepidosteus viel kräftiger und der Uebergang zu den Gliedern, bei denen die Suturverwachsung vorherrscht, auffallend. Dies ist indes nur Folge der Fossilisation, da die Ligamentverbindung, die auch zwischen den letzten Gliedern bei Lepidosteus vorwiegend ist, gelöst ist und eine viel grössere Trennung vortäuscht, als sie wirklich vorhanden war. Indes ist weder bei Belonostomus noch Lepidosteus die Ligamentverbindung die einzige der letzten Glieder; Figur I zeigt am vorderen die Gabelung des Maxillare von Aspidorhynchus, welche ausser den eben behandelten Fällen bei keinem der fossilen Lepidosteiden, zu beobachten ist. Interes-

sant ist, dass sich auch bei Belonostomus die Trennung in äussere und innere Zähne am Praemaxillarglied erhält und wie bei Lepidosteus hier die Zähne nicht mehr so regelmässig stehen.

Was nun Aspidorhynchus betrifft, so ist die Schnabelbildung desselben faktisch, aber nicht wesentlich verschieden. Schon Professor Vetter hat, entgegen früheren Meinungen nachgewiesen, dass dieselbe dem Praemaxillare zuertheilt werden muss; er konnte aber nicht feststellen, wie weit dasselbe nach vorne reicht und hat daher die Betheiligung desselben etwas überschätzt.

Der allgemeine Erhaltungszustand des Rostrums zeigt, dass die vordere Spitze aus einer massiven Verwachsung der daran betheiligten Stücke entstanden ist; sie ist nie zerdrückt und eine eigentliche Höhle nicht zu bemerken. Dagegen ist das Rostrum weiter hinten stets zusammengedrückt, sei es seitlich, was das Natürlichere und Häufigere ist, sei es dorso-ventral — der seltenere Fall. Weiter hinten besteht also sicher eine grössere Höhlung, erfüllt von reichlich blutgefässführender Knorpelmasse, die das Wachsthum des Rostrums erhält. Dies ist auch der Abschnitt, an dem noch leidlich die Trennungslinien erkannt werden können; nach vorne werden auch die Skulpturen der betheiligten Hautknochen sehr stark und länglich, so dass die gleich laufenden Furchen und Trennungslinien schwer zu unterscheiden sind.

Tafel II Fig. I zeigt das Rostrum von oben und von unten, dorsoventral flachgedrückt, Tafel II Fig. III und IV seitlich zusammengepresst, von der Seite, von unten Fig. III; Fig. II gibt die rein dorsale Ansicht des hinteren Theiles. Bei der Vergleichung derselben ergibt sich, dass die Bezahnung des Rostrums unten nicht weiter reicht, als oben das unpaare Nasale, das in einer Spitze endigt. Da dieser zahntragende Theil keine Spur von jener Gliederung zeigt, wie wir sie bei Belonostomus beobachteten und an diesen

sich hinten direkt die in Figur dargestellte Maxilla anschliesst, so müssen wir denselben als Praemaxilla bezeichnen. Dieselbe (PMx) beginnt hinten ganz schmal, liegt bei Tafel II Fig. I oben deutlich auf einem dem oberen Rostrum angehörigen Knochen auf, schliesst sich aber nach vorne ganz eng an denselben an, dass eine Trennungslinie kaum mehr zu erkennen ist. Schon in $^1/_4$ des Verlaufes von hinten schliessen sich die inneren Ausbreitungen ihrer beiden Hälften in der Medianlinie, nach der auch die beiden Zahnlinien convergiren; sobald auch diese sich median treffen, hört die Bezahnung auf und es ist auch sonst ein deutlicher Abschluss des Praemaxillarknochens zu sehen. Bis an diese Stelle reicht auch die Spitze des Dentale im Unterkiefer. Wir können also den ganzen bei Belonostomus beobachteten Schnabel bei Aspidorhynchus nur bis hierher rechnen und müssen für die weitere Rostralbildung des letzteren noch ganz andere Knochenelemente in Anspruch nehmen, die jedenfalls auch bei Belonostomus in der Schnabelspitze vorhanden wären, aber kein eigentliches „Rostrum" bildeten. Die Kleinheit der Stücke bei Belonostomus hindert die Beobachtung; es wiegt dort die Praemaxilla vor, während dieselbe bei Aspidorhynchus zurücktritt.

Professor Vetter vermuthet, dass ausser der Praemaxilla noch das „Ethmoid oder das Parasphenoid oder alle drei zugleich" an der Rostralbildung betheiligt seien. Davon haben wir das Parasphenoid schon abgemacht, es hört vor der doppelreihigen Bezahnung, sicher vor der Praemaxilla schon auf, Taf. I Fig. IV; an Taf. II Fig. I (Aspidorhynchus) endigt zwischen den hinteren Theilen der Praemaxillen ein unpaares Knochenstück Vo, das jedenfalls kleine Bürstenzähnchen getragen hat: es ist der Vomer; also auch er betheiligt sich nicht an dem Rostrum selbst. Das Ethmoid reicht nun allerdings etwas weiter in das Rostrum hinein, als Vomer und Parasphenoid; sein Antheil am eigentlichen Rostrum ist

aber auch gering; es reicht nämlich seitlich innerlich nicht weiter als oben das unpaare Nasale reicht in Fig. I. Taf. II Fig. II unten ist letzteres von oben abgehoben, wodurch die seitlichen Ethmoidea sichtbar wurden; sie spitzen sich vorne zu und treffen sich median. Nasale, Ethmoidea und Praemaxillaria haben also dieselbe Configuration, reichen gleich weit nach vorne und endigen alle an der Stelle, wo sowohl unten der Unterkiefer endigt, als auch oben das von nun an unbezahnte, aber oben und unten mit Hautskulpturen versehene „eigentliche" Rostrum sich aufbiegt. Dieses sitzt auf den Ethmoidea auf, wie eine Lanzenspitze auf dem Schaft und ist eingekeilt in die unpaare Endigung des Nasale oben und die mediane Vereinigung des Praemaxillaria unten.

Zwei Bestandtheile des Rostrums fallen direkt ins Auge, sie sind getrennt durch eine Grenzlinie, die bei seitlicher Zusammendrückung Fig. IV horizontal in halber Höhe des Rostrums bis in die Spitze desselben verläuft; es ist so ein oberer Theil, Tafel II Fig. IV (I) zu bemerken, der hinten an die eine Seite des medianen Nasale stösst und ein unterer, Fig. IV (II) der hinten mit dem Praemaxillare verwächst. Von dem vorderen Ende der letzteren laufen nach vorne, die Medianlinie derselben fortsetzend ein drittes Paar ganz schmaler Rostralgebilde, die stets nur von unten zu sehen sind; sie sind noch etwas schmäler als die vorderen Endigungen der Praemaxillaria. (Taf. II Fig. I oben (III), Fig. II (III.) Es ist so stets das Rostrum sei es von oben, sei es von unten flachgedrückt, im Querschnitt durch das Vorherrschen übereinanderliegender paariger Theile durch eine senkrechte Medianebene halbirt, die eine horizontale stets etwas weniger deutliche Theilungsebene kreuzt, welche durch die beiderseitigen Grenzlinien von I und II gebildet ist; diese sind es auch, die eine Flachdrückung des Rostrums von oben ermöglichen und Tafel II bei Fig. I, II

als Randcontouren des dorsoventral gepressten Rostrums erscheinen.

Man kann wiederum diese ganze Bildung nur durch Herbeiziehen des Lepidosteus verstehen; denn auch dieser hat ausser dem langen zahntragenden Schnabel noch ein kleines, eigentliches Rostrum, dessen Bestandtheile drei Paar über einanderliegende Hautknöchelchen sind.

Tafel II Fig. V und VI zeigen das Rostrum des Lepidosteus zum Theil nach Agassiz' Darstellung (l. c. Vol. II Tafel B Fig. 2 und 3). Es sind, wie bemerkt, drei Paar Knochengebilde, das untere ventrale Paar III, das bei Aspidorhynchus ganz schmal ist, setzt, wie dort, die mediane Trefflinie der Praemaxillaria nach vorne und aussen fort und zwar ist auch von hier an das kleine, stumpfe Rostrum wie bei Aspidorhynchus aufgestülpt und von der Axenrichtung des Schnabels aufgebogen; das dorsale Paar I trifft sich ebenso median und hinten schiebt sich zwischen dasselbe die unpaare Spitze des Nasale ein; das seitliche Paar II, das auch bei Aspidorhynchus durch die vordere Annäherung des dorsalen und ventralen Paares nach hinten gedrängt ist, hat durch das anomale Eindringen der Nasenöffnung eine weitere Verlagerung nach hinten erfahren, auf welche Anomalie ich noch eingehe. Wir haben also zwischen dem Rostrum von Aspidorhynchus und dem von Lepidosteus nur den Unterschied, dass die Bestandtheile bei ersterem langgestreckt und gegen die Spitze zu eng verwachsen sind. Was nun Belonostomus betrifft, so sind diese Theile offenbar auch vorhanden, aber klein und noch geringer entwickelt als bei Lepidosteus; es gibt einige Arten die hierin vollkommene Uebergänge von Aspidorhynchus und Lepidosteus darstellen können. Ein Belonostomus tenuirostris Ag. zeigt ein eigentliches Rostrum von $1^1/_2$ cm bei einer Schnabellänge von 5 cm; Belonostomus speciosus Wgr. hat so gut wie kein eigentliches Rostrum,

bei nicht viel grösserer Länge des Oberkiefers und Zwischenkiefers zusammengenommen.

Wir kommen nun zur Betrachtung der Nasenöffnung. Bei Lepidosteus ist dieselbe in die Bestandtheile des Rostrums hereingeschoben; bei Aspidorhynchus liegt sie direkt vor dem Auge, normal wie bei allen Lepidosteiden; ebenso Belonostomus. Hier ist aber die Gliederung des Oberkiefers vor die Nasenöffnung gerückt. Beim ersten Betrachten der Sache scheint dieser Unterschied fundamental zu sein, beim näherem Eingehen weiss man indessen nicht, welches der Vorkommen als das normalere zu bezeichnen ist. Eine kurze Betrachtung der Entstehung des Oberkiefers und seines Verhältnisses zur Nasenöffnung wird uns hierüber Klarheit verschaffen.

Praemaxilla und Maxilla sind Knochen desselben Ursprungs und setzen sich unzweifelhaft grösstenteils aus äusseren Hautgebilden zusammen.

Das Wachsthum der Zähne bei Lepidosteus zeigt nun deutlich die Art, wie diese äusseren Hautknochen bezahnt werden. Die Ersatzzähne entstehen nämlich nicht neben sondern hinter den alten, d. h. in einer Linie, die dem Vomer und Palatin bedeutend näher liegt, als dem Aussenrand des Maxillare; hier sind sie noch mit der Maxilla unverwachsen und richten ihre Pulpalhöhle nach vorne und aussen; sie stehen noch nicht aufrecht, sie liegen unter der zahnbildenden Haut und ihre Spitzen liegen an der Grenze von Vomer oder Palatin mit den Maxillargliedern und haben auch dieselbe Richtung, wie die äussersten Vomerzähnchen. Da nun die Spitze das erste ist, was von den Zähnen gebildet wird, so müssen wir annehmen, dass die Zähne des Gaumenbogens und die der Maxillaria in einer Zone ohne Unterschied direkt neben einander entstehen, ohne dass voraus bestimmt ist, welche von denselben der Maxilla und welche dem Gaumenbogen angehören sollen. Die Maxillarzähne werden erst fest, sobald sie sich dem eigentlichen Rand der Maxilla

nähern, dessen lebhaftes Wachsthum nach aussen der Befestigung der Zähne gleichsam die Thüre öffnet; die kleinen Zähnchen erhalten auf dem Rande selbst ihren Platz, die grossen verwachsen nur seitlich mit demselben und stehen zum andern Theil in der Maxiallarrinne.

Wir haben also verschiedene Attraktionscentren für die frei in der Mundschleimhaut gebildeten Zähne; das eine ist der Gaumenbogen, dem die zahnbildende Zone am unmittelbarsten angehört, das andere sind die Maxillardeckknochen, die sich homolog den sich beliebig vervielfältigenden Wangenknochen verhalten. In diesem Sinne können wir auch nur die Polyarthrie des Maxillare auffassen und wir müssen die Zone der Vervielfältigung zwischen dem hintersten Maxillare (dem Maxillare der gewöhnlichen Form) und dem Praemaxillare festsetzen, weil beide bei Lepidosteus als die respectiven Anfangs- und Schlussglieder fungiren. Diese Zone ist die subnasale Trennungslinie von Maxillare und Praemaxillare, und es ist klar, dass es nur geringer Ursachen der Embryonalentwickelung bedarf, um diese Vervielfältigung vor die Nasenöffnung oder hinter dieselbe zu verschieben.

Professor Vetter hat nun bei einer feinen Vergleichung der Wachsthumsverhältnisse des Körpers zum Rostrum die schöne Beobachtung gemacht, dass das letztere bei Aspidorhynchus sehr rasch seine definitive Länge erreicht und gewissermassen als eine Jugendwaffe zu betrachten ist, deren Entwickelung plötzlich stehen bleibt, sobald das Gebiss in eine höhere Thätigkeit treten kann. Etwas Aehnliches wird für die Belonostomen mit kleinem spitzem Rostrum gelten und wenn man bedenkt, dass die stossende Thätigkeit eine möglichst weite Entfernung der feineren Sinne von der Spitze desselben erfordert, so versteht man die Gliederungseinschaltung vor der Nasenöffnung. Lepidosteus dagegen führt in seiner Jugend eine halb parasitische Lebensweise; das Rostrum zeigt eine Saugscheibe und es ist klar, dass die

Nase ein wichtiges Hilfsmittel dieser saugenden Thätigkeit und dies Anstoss genug ist, die Gliederung nach hinten zu verlegen.

Unsere Annahme der Einschaltung homologer Gebilde zwischen Praemaxillare und Maxillare wirft auch auf das eigenthümliche Wachsthum des Maxillare selbst das Licht des Verständnisses. Wenn die Einschaltung hier erfolgt, so ist auch sicher, dass das Wachsthum selbst jedes Gliedes für sich, also auch des eigentlichen Maxillare, wenn es (wie bei den meisten Fischen) allein vorhanden ist, vorn an der Spitze erfolgt; hierdurch wird dasselbe, das zuerst allein dem Oberkiefer angehört, nach hinten verschoben und rückt mit der hintern Endigung auf den Unterkiefer herüber; hierdurch erklärt es sich weiter, warum diese Endigung entweder nicht mit Zähnen besetzt sein oder auch solche tragen kann. Im ersten Falle sind sie ausgefallen und werden nicht mehr ersetzt, da die Maxilla ausser Communication mit der Gaumenhöhle gesetzt ist und die Zähne nicht auf die Aussenseite des Unterkiefers herunterrücken. Im andern Fall ist der Besatz von Zähnen ein Beweis, dass das hintere Ende einmal nicht auf der Mandibel aufgelegen habe, sondern mit dem Gaumen in so enger Verbindung war, wie das vordere Ende; wahrscheinlich sind die Zähne durch ein rasches Wachsthum des vorderen Endes der Maxilla schnell ausser Thätigkeit gesetzt worden, und es erhielten sich diese Zähne ohne Wechsel, da sie nicht mehr gebraucht wurden und das hintere Ende des Maxillare auf der Mandibel aussen auflag. Die gleiche Erscheinung wie sie so in der Entwickelung der Einzelwesen vorgeht, zeigt sich auch in der Entwickelung der Gesammtheit, indem das Maxillare der ältesten Lepidosteiden sich noch fast gar nicht über die Mandibel herüberlegt und eine hintere Verbreiterung hat, die mehr zur Wangenbedeckung gehört als zum Schluss des Mundwinkels.

Mandibel und ihre Gliederung.

Fast gleichzeitig haben Prof. Vetter (20. 7. 1880) und Prof. Günther (the study of fishes: 3. 9. 1880) auf eine eigenthümliche Gliederung des Unterkiefers von Aspidorhynchus aufmerksam gemacht.

Das Dentale des Unterkiefers Tafel I Fig. VII D ist in ein hinteres, höheres und mehr lamellöses Stück und in eine vordere, massivere Spitze gegliedert. Die Trennungslinie ist nach hinten concav und liegt gerade unterhalb der Stelle, wo das Praemaxillare (das in der Richtung des Parasphenoids liegt) aufhört und die unter einander gleichgerichteten Gaumenbogen und Maxillaria in einem stumpfen Winkel nach unten aussen diese Richtung kreuzen. Wie schon erwähnt liegt die Spitze des Unterkiefers (inclusive der abgegliederten Spitze — des Praedentale) direkt unter oder nur ein wenig hinter der Aufbiegung des eigentlichen Rostrums und es bildet die Bezahnung einen geschlossenen, oben und unten correspondirenden Mundsaum. Bei geschlossenen Kiefern passt das Dentale (das mit dem Praedentale durch Ligamente beweglich verbunden ist) genau in den nach unten offen ausgeknickten Unterrand des Oberkiefercomplexes.

Prof. Vetter spricht diese Bildung den Belonostomen ab; sie ist aber auch hier vorhanden, wenn auch nicht in ganz gleicher Form. Das Praedentale gliedert sich in einer unregelmässig <-förmigen nach hinten geöffneten Sutur ab (Fig. IV); Tafel I Fig. VII zeigt die Mandibel von Aspidorhynchus von der Innenseite. Wir bemerken hinten die normale Zusammensetzung derselben, das Articulare (Ar), Dentale (D), Spleniale (Spl), welch' letzteres nicht ganz nach vorne reicht. Der verdickte Oberrand des Dentale und der Unterrand seines lamellösen untern Theiles convergiren nach vorne und bilden, an der Abgliederungsstelle vereinigt, hier eine innere Grube; ein Zeichen, dass sich hier die Dentalia

beider Seiten eng aneinander legten und sich herüber und hinüber befestigten. Auch die Praedentalia zeigen dasselbe; sie sind aussen glatt, innen ausgehöhlt und so offenbar längs ihrer ganzen Innenfläche fest an einander befestigt gewesen, eine Weise, welche die vorderen Mandibelhälften des Lepidosteus auch zeigen. Dieselbe Verwachsung zeigen alle Belonostomusunterkiefer, die von unten zu sehen sind; man bemerkt zuerst die mediane Vereinigung, auf die sogleich die Abgliederung nach vorne erfolgt und die abgegliederten Praedentalia sind erst recht median vereinigt. Diese Vereinigung beweist auch das Verhalten des Spleniale, es ist in Fig. VII Spl. in Vereinigung mit dem Dentale zu sehen, in Fig. VI von der dem Meckel'schen Knorpel aufliegenden inneren Seite. Es zeigt sich hier ein sehr merkwürdiges Verhältniss, das für gewisse Bildungen bei den Crossopterygiern von grosser Wichtigkeit ist. Wie wir im Oberkiefer wahrscheinlich gemacht haben, dass die Zähne der Maxillaria von der dem Gaumenbogen angehörigen Zahnbildungszone stammen, so sieht man im Unterkiefer die Bezahnung des Spleniale in die des Dentale übergehen und das wie es scheint in viel engerem, auch äusserlichem Zusammenhang der beiden Gebilde; hinten wo das Dentale aufhört, bezahnt zu sein, legt sich das Spleniale sogar mit einer Verdickung auf den Oberrand des Dentale (Tafel I Fig. VI Spl.) herauf und setzt die Zahnreihe des Dentale in gerader Linie nach hinten fort, erscheint also auf der Aussenseite der Mandibel; kurz vor der Abgliederungsstelle nach vorne endet es ganz dünn geworden und wir müssen annehmen, dass es sich blos als zahnbildende Zone nach vorne fortgesetzt hat.

Die grosse, äussere Aehnlichkeit der Gliederung des Belonostomus- und Lepidosteus-Maxillare mit der Gliederung des Dentale bei Belonostomus wird nun noch erhöht durch das Vorkommen besonders grosser Zähne an den Trennungslinien der Maxillarglieder bei beiden und eine geradezu

haufenweise Zahnwucherung an der Dentalgliederung bei Belonostomus; es wachsen die Zähne in den nach unten offnen Oberkieferwinkel empor. Hiedurch ist die Homologie der oberen und unteren Gliederung ausser Zweifel gestellt. Das Fehlen der Unterkiefergliederung bei Lepidosteus, der Oberkiefergliederung bei den übrigen Lepidosteiden überhaupt beweist, wie mir scheint, die Richtigkeit der von Prof. Vetter aufgestellten Hypothese der pathologischen Entstehung dieser Abgliederung.

Lepidosteus zeigt auch noch andere Bildungen, die zuerst als pathologische auftreten mussten und den langsamen Uebergang zu fixen Eigenschaften durchgemacht haben: die Durchbohrung des Ober- und Unterkiefers durch die grossen Zähne der beiden. Besonders zeigt das Oberkiefer hinter der Nasenöffnung zwei oder mehr Löcher auf der Stirnfläche, wodurch die Unterkieferzähne auf die Dorsalseite durchbrechen.

Von anderen zum Unterkiefer gehörigen Theilen möchte ich noch den Hyoidbogen von Belonost. spec. Wgr. erwähnen Taf. I (Fig. IV. Kh.); er liegt verkehrt, mit dem Epihyoid Eh. nach vorne gerichtet; er zeigt nichts besonderes, ausser einer langen bezahnten spitz zulaufenden Copula (Co), welche man in dieser Form auch bei Lepidosteus kennt.

Ein nicht unbedeutendes Interesse beansprucht das Vorkommen einer medianen Jugularplatte bei den meisten Lepidosteiden. Es ist wahrscheinlich, dass das Vorkommen der zahlreichen Jugularplatten bei den Crossopterygiern allgemein an das Auftreten eines mit der Verknöcherung des Meckel'schen Knorpels in engem Zusammenhang stehenden, unter dem Dentale befindlichen „Infradentale" geknüpft ist. Ein so verknöchertes Stück des Meckel'schen Knorpels besitzt auch Amia calva gegen die Symphyse der beiden Mandibelhälften — das „Mentomeckelian." Es ist dasselbe jedenfalls bei den fossilen Amiaden und den Jugularplatten besitzenden

Lepidosteiden vorhanden. Bei Lepidosteus selbst ist es nicht da, ebensowenig wie eine Jugularplatte existirt. Auch bei Belonostomus und Aspidorhynchus fehlt dieselbe, was aus dem gänzlich abweichenden Verhalten des Unterkiefers hervorgeht.

Hier zeigt sich wieder jene schon früher erwähnte, im System kaum auszudrückende Scheidung der Lepidosteiden in eine Gruppe mit schmalen, durch die bezähnten Unterränder des Pterygoids und des Palatinums gebildeten geschlossenen Gaumen, bei denen ein grosser Theil derselben eine geschlossene Zahnfläche bildet; diese Gruppe besitzt auch keine Jugularplatten (Lepidotus, Belonostomus, Aspidorhynchus, Lepidosteus) und eine andere Gruppe, bei denen die bezahnten Unterränder durch lamellöse Ausbildung der Gaumenbogenstücke weit von dem Parasphenoid entfernt sind und der Gaumen durch zahnlose Lamellen geschlossen wird; diese Gruppe besitzt die Jugularplatte (Ophiopsis, Pholidophorus), Formen, die zu den Amiaden überleiten, von denen letzteren die typischen: Caturus, Megalurus und Amia dieselbe auch besitzen.

Die Oberflächen-Knochen des Schädels und Gesichts.

Die Hauptschädelknochen des Aspidorhynchus unterscheiden sich fast nicht von denen des Lepidosteus, wie auch die Kopfform dieselbe ist, es stimmen selbst die kleinen Nackenknöchelchen überein, die rechts und links vom Kopfende oberhalb des Operculums zur Clavicula überleiten. Es stimmt besonders die Art der Skulptur aller Kopfknochen.

Von besonderem Interesse ist noch die Vergleichung der Wangen und Schläfenbedeckung von Lepidosteus und Aspidorhynchus. Vor allem ist die grosse Zahl der Schläfenplatten bei Lepidosteus bemerkenswerth, das abweichende Verhalten derselben von einem Typus der Schläfenbedeckung

wie er in gewisser Weise bei den fossilen Lepidosteiden gesetzmässig geworden ist, Tafel II Fig. VII. Wir haben da meist drei Supraorbitalplatten, die sich enger an das Frontale anschliessen, als an das Auge: eine praefrontale, supraorbitale und postfrontale: sie tragen keinen Schleimcanal, derselbe verläuft auf den Frontalien selbst. Nach unten von beiden Enden dieser Reihe, das Auge wie mit einer Kette umhängend, eine Anzahl kleiner Plättchen, die nun wirklich den Schleimcanal tragen und Circumorbitalia Co genannt sind. Diese Plättchen sind meist gut ausgebildet. Bei Aspidorhynchus sind dieselben ganz untergeordnet und nur hinter der Orbita vorhanden. Bei Lepidosteus sind an gleicher Stelle nur noch ganz geringe Rudimente dieses Ringes übrig geblieben. Zwischen diesen Platten und dem Praeoperculum folgen meist von oben nach unten 3 oder 4 „Suborbitalplatten" die auch bei Aspidorhynchus vorhanden sind; bei Lepidosteus begrenzen sie das Auge unmittelbar von hinten.

Bei Aspidorhynchus tritt hierzu noch eine Platte (Fig. V Tafel II), die im Winkel von Squamosum und Operculum liegt und sonst bei keinem Lepidosteiden zu bemerken ist. Nur Lepidosteus zeigt dieselbe wieder, ebenfalls im Winkel von Squamosum und Operculum.

Das Praeoperculum das sich an dieselbe anschliesst, ist bei Aspidorhynchus doppelt, nach vorne concav ausgebuchtet; die obere Ausbuchtung entspricht der hinteren Convexität der Platte x, die untere fügt sich an die unteren Suborbitalplatten an. Diese Form des Praeoperculums erinnert auch wieder an Lepidosteus. Die Platte x ist bei ihm nicht so stark entwickelt und correspondirt auch nicht mit einer entsprechend grossen Ausbuchtung des Praeoperculum; die Platte x ist kleiner geworden, die obere Ausbuchtung des Praeoperculum aber grösser und es ist der derselben entsprechende oberflächliche Theil ganz reduzirt und von der Wangenbedeckung verdrängt; nur der der unteren Ausbuchtung entsprechende

Abschnitt liegt ganz auf der Oberfläche und ist auf die Kehlseite gerückt. Ich hielt es zuerst für eine Charakteristik der Aspidorhynchen, dass weder Unterkiefer noch Praeoperculum sich horizontal umbiegend noch die Kehlseite bedeckten, weil ich beide meist normal flachgedrückt vorfand. Jedoch auch dies muss nach den besterhaltenen Stücken Taf. I Fig. V fallen, Unterkiefer und Praeoperculum biegen sich nach der Kehle horizontal um, wie bei Lepidosteus.

Was nun die weitere Wangenbedeckung des Lepidosteus betrifft, so ist anomal der ganze Raum zwischen der Platte x, dem Praeoperculum einerseits und den Suborbitalplatten andrerseits, mit einer grösseren Anzahl Plättchen bedeckt, von denen die mittleren einen regelmässig polygonalen Umriss haben. Diese Anomalie gegenüber den fossilen Lepidosteiden ist sehr interessant und zeigt als eine Ausnahme nur die in weiterem Umfange fortgesetze Regel der Wangenplattenbildung selbst; solche Plättchen entstehen stets, wo durch eine eingetretene Streckung oder den Ausfall eines grösseren Gebildes eine neue Oberflächenbedeckung nöthig wird und sie sind als richtige Schaltplatten anzusehen. Auch hier findet die Einschaltung wie bei der Maxillarreihe in einer Art Indifferenzzone statt, die zwischen den älteren Gebilden liegt, die als Stützpfeiler der Neubildungen an den äussersten Grenzen stehen bleiben. In ganz gleicher Weise finden sich solche Plättchen bei Gyrodus und wir können dieselben als unwichtige, leicht veränderliche und die Abstammungsfrage nicht beeinflussende Gebilde ansehen.

Von den übrigen Gesichtsknochen sind noch bei den Aspidorhynchen zwei oder drei die Orbita von unten begrenzende Stücke zu erwähnen; weiter ein Jugale, das sich auf die obere Verbreiterung der Maxilla auflegt; dies sind indes allgemeine für Lepidosteiden und Amiaden geltende Verhältnisse. Fig. V Tafel I zeigt die Umgrenzung des Nasen-

loches von Belonostomus durch ganz zarte schuppenartige Gebilde, die ich bei Aspidorhynchus nicht beobachten konnte.

Das äussere und innere Rumpfskelet.

Wenn wir nun die gefundenen Aehnlichkeiten des Aspidorhynchus mit Lepidosteus zur Grundlage einer Vergleichung des äusseren und inneren Rumpfskelets machen wollen, so finden wir die besonderen Aehnlichkeiten, die sich im Kopfe ausdrückten, hier mehr zurücktretend. Was die Schuppen betrifft, so erreicht nur eine Aspidorhynchus-Art die Dicke der Schuppen von Lepidosteus, abgesehen von der für die Aspidorhynchen gültigen Differenzirung in den Höheverhältnissen und hiermit zusammenhängend — der Zahl der einer Vertikalreihe angehörigen Schuppen.

Die Flossenstellung aber, ihre Verhältnisse zur Körperhöhe und Länge, das Verhältniss der beiden letzteren rechtfertigen wieder die beobachteten Beziehungen in vollem Maasse. Die Quergliederung der Strahlen der unpaaren Flossen ist bei Aspidorhynchus nicht so stark ausgebildet, womit auch die geringe Entwickelung des von Pictet und Vetter endgültig constatirten Fulcrenbesatzes zusammenhängt. Den paarigen Flossen fehlt die Quergliederung ganz, es fehlen die Fulcren; ihre Strahlen sind nur an der Spitze längs gespalten und erinnern sowohl in ihrer Stärke, als in der Eigenthümlichkeit ihrer Articulation an die der paarigen Flossen der Chrondrostei. Interessante Anzeichen der grossen Annäherung des Belonostomus an Lepidosteus liefert die Wirbelsäule. Bei Aspidorhynchus sind die Hohlwirbel unverhältnissmässig höher, als lang, bei gewissen Belonostomusarten (Belonost. Münsteri Ag., Bel. spec. Wgr.) gleichen sich Höhe und Länge schon aus und die Hohlwirbel zeigen oben und unten schwache Einschnürungen. Bei einer sehr langgestreckten Gattung, Belonostomus tenuirostris Ag., haben

die hohlen Wirbel schon die typische Sanduhrform und sind bedeutend länger als hoch, wie die allerdings massiven Wirbel in der Schwanzregion bei Lepidosteus; es ist dies eine Annäherung an Lepidosteus, die in deutlichem Unterschied zur Wirbelsäule der Amia steht. Auch die enge Anlagerung der oberen und unteren Apophysen an die Hohlwirbel, die Umwachsung derselben weist auf die spätere starke Verwachsung derselben mit dem Wirbelkörper bei Lepidosteus hin.

Was nun die Schwanzflossen betrifft, so hat Lepidosteus die sehr alte Art innerer und äusserer Heterocerkie beibehalten, während unsere beiden fossilen Arten bei innerer Heterocerkie ein gespalten gleichlappiges äusseres Flossenskelet zeigen.

Nach den vorhergehenden Untersuchungen müssen wir in den Aspidorhynchen sehr nahe Verwandte des Lepidosteus sehen. Gewisse Verbindungsglieder der Aspidorhynchen mit den übrigen Lepidosteiden finden wir in den triassischen Pholidopleurus und Peltopleurus und der jurassischen Gattung Pleuropholis; dies sind aber Uebergänge zu dem Typus der dünnschuppigen Pholidophoren, die nicht für Lepidosteus gelten können, dessen Urform mehr nach Seiten des Lepidotus gesucht werden, dessen Beziehungen zu Lepidosteus schon lange hinreichend betont sind.

Eine direkte Abstammung des Lepidosteus von den Aspidorhynchen ist auch schon deshalb nicht anzunehmen, weil die Vertreter der letzteren in der Kreide sich von Lepidosteus noch mehr entfernt haben.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Figur I. Parasphenoid, (Psph) von unten links; von der Seite rechts. A. Uebergang in die Basis Cranii; B. Einfügungsstelle des Basioccipitale (Aspidorhynchus).

Figur 2. Pterygoidbogen, von aussen — oben, von innen — unten, Ept—Ektopterygoid, Pl—Palatinum (Aspidorh.).

Figur 3. Maxillare (Aspidorh.).

Figur 4. Belonostomus speciosus Wgr. Psph—Parasphenoid, HM—Hymandibel, PrD—Praedentale, D—Dentale, MPt—Metapterygoid, Sq—Squamosum.

Figur 5. Belonostomus sp? Na—Nasenöffnung.

Figur 6. Spleniale (Aspidorh.)

Figur 7. Unterkiefer von Aspidorhynchus, Innenfläche Spleniale, Praedentale, Dentale Artikulare.

Tafel II.

Figur 1. Unterseite und Oberseite des Rostrums von Aspidorhynchus dorsoventral plattgedrückt; untere und obere Ansicht.

Figur 2. Rostrum (dorsoventral) mit Nasale.

Figur 3. Rostrum seitlich zusammengedrückt, Unterseite.

Figur 4. Seitliche Ansicht von Figur 3.

Figur 5. Rostrum von Lepidosteus, von der Seite.

Figur 6. Unterseite des Rostr. von Lepidosteus nach Agassiz.

Figur 7. Wangenbedeckung von Aspidorhynchus.

Fig. 1.

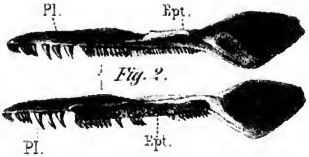


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4

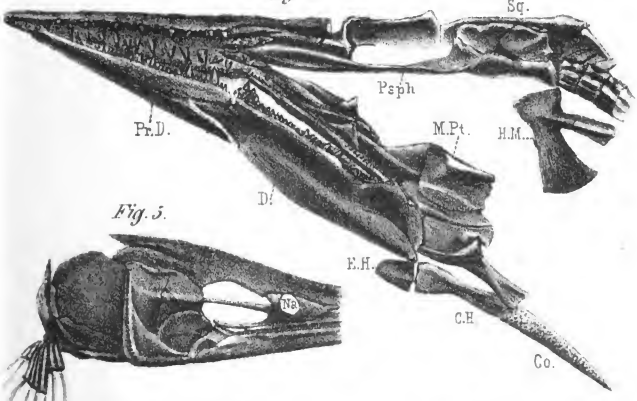


Fig. 5.

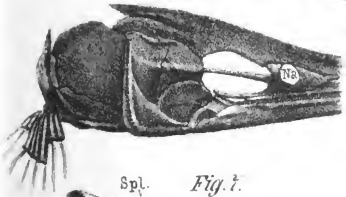
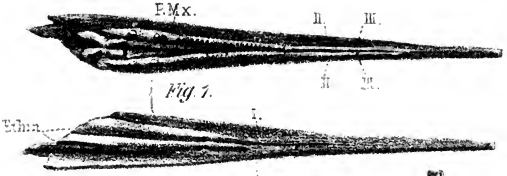


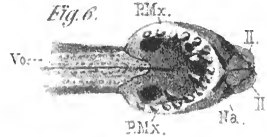
Fig. 7.

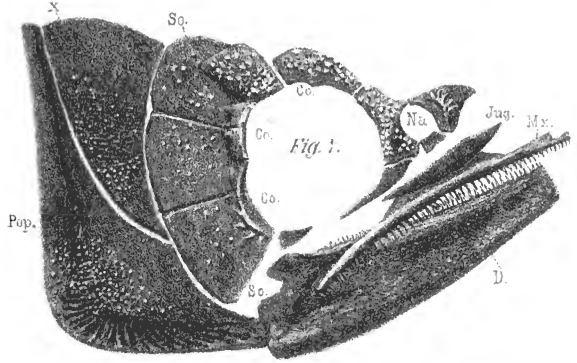
Fig. 6

n.d.N. gez.u.lith.v.Dr Riefstahl. E. Keller, gedr.

Sitzungsber.d.k.bayr.Akad.d.Wiss.II.Cl.1887.







m.d.Lith. ges. u. Lith. v. Dr Riefstahl. E. Keller, gest.
Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. II. Cl. 1887.

Inhalt.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

Sitzung vom 8. Januar 1887.

Seite

*N. Rüdinger: Ueber künstlich verunstaltete Schädel und Gehirne der eingebornen Südseeinsulaner 1

Sitzung vom 5. Februar 1887.

Fr. Kohlrausch: Bestimmung der Selbstinduction eines Leiters mittels inducirter Ströme. 3

Ueber die Herstellung sehr grosser genau bekannter elektrischer Widerstandsverhältnisse und über eine Anordnung von Rheostatenwiderständen 11

Ueber die Berechnung der Fernwirkung eines Magnets 23

S. Finsterwalder: Ueber katoptrische Eigenschaften der Flächen 2. Grades 33

*A. Voss: Ueber die projective Centrafläche einer algebraischen Fläche n^ter^ Ordnung 2

Franz Hessler: Ueber Naturgeschichte der alten Inder . . 46

A. A. Böhm: Ueber die Befruchtung des Neunauges eies . . 53

Sitzung vom 5. März 1887.

*A. v. Braunmühl: Untersuchungen über p-reihige Charakteristiken, die aus Dritteln ganzer Zahlen gebildet sind, und die Additionstheoreme der zugehörigen Thetafunctionen 63

C. v. Voit: Untersuchung der Kost eines Vegetarianers . . 63

N. Rüdinger: Das Hirn Gambettas 69

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 128. Stiftungstages am 28. März 1887.

C. v. Voit: Nekrologe 73

Sitzung vom 7. Mai 1887.

E. Lommel: Ueber die Photometrie der diffusen Zurückwerfung 95

Karl Haushofer: Ueber die mikroscopischen Formen des Germaniumsulfides und des Germaniumoxydes 185

Franz Hessler: Allgemeine Uebersicht der Heilkunde der alten Inder 137

Otto Reis: Ueber Bolonostomus, Aspidorhynchus und ihre Beziehungen zum lebenden Lepidosteus (mit 2 Tafeln) . 151

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1887. Heft II.

München.
Verlag der K. Akademie.
1887.

In Commission bei G. Franz.

HARVARD COLLEGE
JAN 7 1888
LIBRARY

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 11. Juni 1887.

Herr M. v. PETTENKOFER trägt die Hauptresultate einer von dem Privatdocenten Dr. K. B. LEHMANN im hygienischen Institute ausgeführten Untersuchung: „Ueber Gesundheitsschädlichkeit mehrerer hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe" vor.

Ueber Gesundheitsschädlichkeit mehrerer hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe.

Von Max v. Pettenkofer.

(*Eingelaufen 11. Juni.*)

Da ich voraussah, dass bei der humanitären Strömung, welche in den Gesetzen über Fabrikhygiene und Kranken- und Unfallversicherung ihren Ausdruck findet, auch oft die Frage zur Beantwortung kommen muss, welche Menge gewisser schädlicher Gase in der Athemluft schon Gefahr bringe, ob schon jede qualitativ nachweisbar schädliche Substanz gefährlich sei, oder ob die Gefahr an gewisse Concentrationen gebunden sei, liess ich schon seit einiger Zeit im hygienischen Institute dahier darüber Untersuchungen anstellen.

Ueber die Arbeit von Max Gruber[1]), gegenwärtig Professor der Hygiene an der Universität in Wien, über Kohlenoxyd, sowie über die Arbeit von Massanori Ogata[2]), gegenwärtig Professor der Hygiene an der Universität in Tokio, über schweflige Säure habe ich der verehrten Classe bereits früher berichtet. Schon diese beiden Arbeiten zeigten, wie weit die gewöhnlichen currenten Anschauungen und die Angaben in der Literatur von der Wahrheit entfernt sind.

Privatdozent Dr. Karl Bernhard Lehmann, Assistent des hygienischen Institutes, hat nun in dieser Richtung eine Reihe von Untersuchungen weiter geführt, welche theils im Archiv für Hygiene bereits erschienen sind, theils noch erscheinen werden, und erlaube ich mir der Classe einen kurzen Bericht über die Hauptresultate zu erstatten.

Lehmann hat über Chlorwasserstoff, Ammoniak, Chlor, Brom, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, und Anilin und Nitrobenzol gearbeitet. Die Versuche über H_2S und CS_2 sind unter Mitwirkung von Dr. Nakahama, die über Anilin und Nitrobenzol unter der von Dr. Mori, beide aus Japan, angestellt worden. Auch sie bedienten sich des kleinen Respirationsapparates, wie Gruber und Ogata, es waren aber grosse Schwierigkeiten zu überwinden, um Methoden zu finden, dem Luftstrome, welcher durch den Apparat ging, viele Stunden lang beliebige, aber constante Mengen der zu untersuchenden Gase und Dämpfe beizufügen. Gruber konnte leicht reines Kohlenoxyd aus einem Gasometer oder einer grossen Glasflasche in beliebiger Menge dem Versuchsraume durch Verdrängen mit Wasser zuführen, Ogata benützte ein Lämpchen mit Schwefelkohlenstoff gefüllt und mit einem regulirbaren Dochte versehen, und konnte sowohl durch die Wage bestimmen, wie viel Schwefelkohlenstoff in einer bestimmten Zeit, während welcher

1) Sitzungsbericht 1881 vom 5. Febr. S. 203.

2) Sitzungsber. 1883 vom 1. Dez. S. 449.

eine bekannte Luftmenge durch den Versuchsraum strömte, verbrannte, als auch den Gehalt der durchströmenden Luft an gebildeter schwefliger Säure feststellen. Aber Salzsäure und Ammoniak liessen sich weder wie Kohlenoxyd in einem Gasometer sammeln und verdrängen, noch constant und in bestimmter Menge wie schweflige Säure durch Verbrennen einer bestimmten Menge Schwefelkohlenstoff aus einer Verbindung entwickeln.

Nach vielen vergeblichen Versuchen wandte Lehmann ein ebenso einfaches als zufriedenstellendes Verfahren an. Bei Chlorwasserstoff, Ammoniak, Chlor, Brom und Schwefelwasserstoff nahm er grosse Flaschen (etwa 15 Liter fassend), füllte diese mit Wasser, das bald mehr, bald weniger mit diesen Gasen gesättigt war, presste durch diese Flüssigkeiten beliebige bestimmbare Mengen Luft, in welche diese Gase übergingen und führte sie auf diese Art in den Luftstrom, welcher durch den Respirationsapparat gesaugt wurde. Der ganze Lufstrom wurde mittels der Pumpvorrichtungen am Apparate, so lange der Versuch dauerte, constant auf den Gehalt an den betreffenden Gasen untersucht. Diese Untersuchungen zeigten während der ganzen Dauer des Versuches eine sehr befriedigende Uebereinstimmung und Constanz zwischen einzelnen Zeitabschnitten. Wollte man mehr von diesen Gasen im Versuchsraume haben, so liess man mehr Luft durch das damit imprägnirte Wasser treten oder sättigte das Wasser mehr damit.

Bei Schwefelkohlenstoff und Anilin liess er eine beliebige Luftmenge direkt durch diese Stoffe, die ja flüssig sind, treten und bestimmte von Zeit zu Zeit mittels der Wage, wie viel davon verdampft und in den Luftstrom übergegangen war.

Lehmann hat nun auch bei seinen Untersuchungen gefunden, wie sehr unsere bisherigen Vorstellungen der Berichtigung bedürfen und wie grundfalsch und staunenswerth

oberflächlich Vieles ist, was sich darüber in Büchern findet, aber gläubig abgeschrieben und bei Gutachten angeführt wird. —

Bei Chlorwasserstoff, Ammoniak, Chlor, Brom und Schwefelwasserstoff hat Lehmann die Gasmengen nach Volum per mille angegeben, bei Schwefelkohlenstoff und Anilin nach Milligrammen pro Liter Luft. Bei Schwefelkohlenstoff kann man annehmen, dass etwa 3 Milligramme und bei Anilin etwa 3.7 Milligramme einem Kubikcentimeter in Gasform entsprechen.

Salzsäure.

Chlorwasserstoff, den Salzsäuredampf, hätte ich nicht für so schädlich gehalten, als er sich experimentell erwiesen hat. Schon 0.1 bis 0.14‰ erzeugt bei Kaninchen, Meerschweinchen und Katzen anfangs lebhafte Unruhe und Schmerzempfindungen, Speichel- und Nasensekretion, worauf aber bald ein leicht soporöser Zustand folgt.

Bei 1.5 bis 2.0‰ treten schon Dyspnoe und starke Reizsymptome, zeitweise aber auch wieder ein leicht soporöser Zustand auf, es kommt zu Thränensekretion, Conjunctivitis und Corneatrübung. Sehr häufig tritt in den auf den Versuch folgenden Tagen trockene Nekrose, manchmal auch feuchte Gangrän der Nasenflügel und des Septums ein, welche aber meist wieder ausheilen, ohne das Leben der Thiere zu gefährden; dagegen führen nicht selten sekundäre Katarrhalpneumonien zum Tode.

Wenn Thiere etwa $1^1/_2$ Stunden einer Luft von 3.4‰ HCl ausgesetzt werden, so erkranken sie lebensgefährlich durch Anätzung des ganzen Respirationstractus. — Ratten widerstehen am besten. Katzen und Kaninchen starben stets an den folgenden Tagen.

Der Mensch scheint noch empfindlicher gegen HCl zu sein, als die Thiere, mit welchen experimentirt wurde. Leh-

mann stellte mit einem kräftigen Manne in einem Raume Versuche an, wo die Luft nur 0.05‰ HCl enthielt, was die Versuchsperson nur ganz kurze Zeit zu ertragen vermochte. Lehmann glaubt, dass auch accommodirte Fabrikarbeiter nicht mehr als 0.1‰, also $^1/_{10\,000}$ ertragen.

Bei der Sektion gestorbener oder getödteter Thiere findet man die Lungen und die Trachea sehr angegriffen, Hyperämie, zahlreiche Ecchymosen. Der Tod trat gewöhnlich durch die dem Versuch folgende Lungenerkrankung ein, Meerschweinchen gingen vielfach während der Versuche, wie es schien an Respirationslähmung zu Grunde, jedenfalls nicht in Folge einer Säurevergiftung. Lehmann konnte nämlich nachweisen, dass die grossen zu einer Säurevergiftung nothwendigen Dosen unmöglich in der Versuchszeit aufgenommen sein konnten, auch die Symptomne der vergifteten Thiere stimmten nicht zum Bilde einer Säurevergiftung.

Ammoniak.

Ammoniakgas, obschon es ein Alkali und HCl eine Säure ist, wirkt in mancher Beziehung ähnlich wie HCl, nur schwächer. Lehmann bezeichnet nach Versuchen an sich, an anderen Menschen und an Thieren 0.3‰ als Grenze für die Gesundheitsschädlichkeit und hält 0.5‰ für die äusserste bei Gewöhnung längere Zeit zu ertragende Concentration für Menschen. 2.5 bis 4.5‰ geben bei etwa 8stündiger Einwirkung meist schon zu gefährlichen Pneumonien an den darauffolgenden Tagen Anlass.

5 bis 10‰, nur kurze Zeit eingeathmet, erzeugt bei Katzen schon sehr rasch, bei Kaninchen erst an den folgenden Tagen gefährliche Erkrankungen, 10 bis 12‰ tödtet in wenigen Stunden unter Laryngobronchitis haemorrhagica, Glottisödem, Lungenödem etc., zuweilen (bei Katzen stets) genügen hierzu schon Dosen von 5 bis 6‰.

Chlor.

Schon ausserordentlich geringe Mengen von Chlor (0.001 bis 0.005 ‰) bringen Reizsymptome in den Respirationsorganen hervor. 0.015 bis 0.03‰ machen schon lebhafte Reizsymptome, starke Salivation und Verlangsamung der Respiration. Die Thiere zeigen, einige Tage nach dem Versuche getödtet, eitrig-schleimige Bronchitis und katarrhalpneumonische Lungenpartien.

Gaben von 0.04 bis 0.06‰ verursachen in $3^1/_2$ bis 5 Stunden lebensgefährliche Symptome durch starkes Lungenödem und mehr oder weniger ausgebreitete hämorrhagische Lungenentzündungen.

Gaben von 0.6‰ tödten rasch, meist durch Entwicklung einer exquisiten Croupmembran vom Larynx bis in die feineren Bronchien hinab.

Die von Binz für den Frosch entdeckte narkotische Wirkung der Halogene konnte Lehmann mehrfach exquisit beim Kaninchen nachweisen.

Brom.

Brom wirkt genau so wie Chlor, man kann sagen, wie ein Aequivalent. Sehr auffallend ist die Wirkung der Bromdämpfe auf die Haare der Thiere. Bei nur etwas grösseren Dosen werden die Haare sulzig und schmierig und sind leicht abzustreifen.

Versuche in einer Papierfabrik und ein absichtliches Experiment am Menschen ergaben, dass vom Menschen nur etwa 0.002 bis 0.004‰ Chlor, von daran gewöhnten Menschen vielleicht etwas mehr (höchstens 0,01‰) ohne Schaden ertragen werden. — Aus den Versuchen Lehmann's geht somit mit aller Bestimmtheit hervor, dass die noch in jüngster Zeit bei Choleraepidemien üblichen Räucherungen der Menschen mit Chlor- oder Bromdämpfen absolut nutzlos sind, da zur Tödtung von Bakteriensporen ein Chlor-

gehalt der Luft von 3‰ während 3 Stunden, oder einer von 0.4‰ während 24 Stunden erforderlich ist.

Die Angaben in Büchern (z. B. in Hirt's Gewerbekrankheiten) überschreiten die zulässigen Mengen von Ammoniak, Chlor und Brom um das hundert-, ja tausendfache.

Schwefelwasserstoff.

Die grosse Giftigkeit des Schwefelwasserstoffgases ist allgemein bekannt, aber sie wird gewöhnlich höher angenommen, als die von Chlor und Brom, was sich aber nicht bewahrheitet. Eine Katze zeigte bei 8stündiger Einwirkung von 0.13‰ noch keine Symptome, auch nicht bei 10stündiger Einwirkung von 0.15‰.

Erst bei 8stündiger Einwirkung von 0.21‰ zeigte sich Somnolenz und etwas Speichelsekretion.

$3^1/_2$ Stunden in einer Luft mit 0.43‰ zeigte sich vermehrte Somnolenz und nahm das Thier eine träge Seitenlage an, erholte sich aber in frischer Luft sehr rasch wieder.

Erst Dosen über 0.7‰ wirken tödtlich, wenn die Thiere länger als 5 Stunden einer solchen Luft ausgesetzt werden.

Bei 3.25‰ sank das Thier nach 4 Minuten um und war nach 10 Minuten todt.

Die Sektionen ergaben bei Katzen stets Lungen- und Tracheahyperämie, bei denjenigen, welche länger lebten, ein hämorrhagisches Lungenödem, häufig auch eine seröse Flüssigkeit in den Pleurahöhlen.

Kaninchen verhalten sich im wesentlichen gegen Schwefelwasserstoff ebenso wie Katzen, sind aber empfindlicher als diese. Bei 0.72‰ trat schon nach 3 Stunden 50 Minuten der Tod ein. Bei 1.3 und 3.25‰ waren stets ein paar Minuten genügend, um das Thier unter Schwankbewegungen zusammenstürzen zu lassen. In diesem Zustande aus dem Apparate genommen und in frische Luft gebracht, erholte es sich immer rasch.

Die Sektionsbefunde bei den gestorbenen Kaninchen waren denen bei Katzen stets ähnlich. Die Hauptwirkung des Gases findet offenbar auf das Centralnervensystem statt.

Versuche am Menschen wurden nicht gemacht, aber wahrscheinlich darf man für ihn 0.15‰ als Grenzwerth annehmen. Es werden darüber noch weitere Versuche gemacht werden.

Schwefelkohlenstoff.

Die Versuche über Schwefelkohlenstoff sind zwar noch lange nicht abgeschlossen, aber sie haben einige so merkwürdige Thatsachen ergeben, dass ich glaube, schon jetzt darauf hinweisen zu müssen, weil vielleicht namentlich Chemiker veranlasst werden könnten, sich noch eingehender mit der Zusammensetzung des käuflichen Schwefelkohlenstoffes, wie er besonders in den Kautschukfabriken in so grosser Menge in Verwendung kommt, zu befassen. Lehmann hat gefunden, dass verschiedener Schwefelkohlenstoff sehr verschieden giftig ist. Darauf wurde auch schon früher in Frankreich durch eine Arbeit von Sapelier aufmerksam gemacht, aber Sapelier[1]) führt dafür einen ganz falschen Grund an: er meint nämlich ein Gehalt an Schwefelwasserstoff sei die Ursache. Es ist sehr wohl möglich, dass der giftige Schwefelkohlenstoff, mit welchem Sapelier experimentirt hat, schwefelwasserstoffhaltig war, aber die Versuche Lehmann's zeigen, dass dieses jedenfalls ein bedeutungsloser Zufall war, denn Lehmann beobachtete die nämlichen grossen Unterschiede in der Giftigkeit verschiedener Schwefelkohlenstoffe, ohne je in einem Schwefelwasserstoff gefunden zu haben.

Lehmann experimentirte z. B. mit einem käuflichen Schwefelkohlenstoff, welcher schon bei einem Gehalte von 0.2 bis 0.3 Milligramm im Liter Luft so heftig wirkte, dass

1) Étude sur le sulfure de carbone. Faculté de Médecine de Paris. These Nr. 246, 1885.

Katzen nach $1^1/_2$ Stunden Speichelfluss, Sopor und sehr vertiefte und beschleunigte Respiration zeigten, nach 2 Stunden nach längerem Schwanken häufig unter Wälzbewegung, leichten klonischen Zuckungen etc. zu Boden fielen und bei Dosen von 0.65 Milligramm unter ähnlichen, nur rascher sich entwickelnden Symptomen schon in $3^1/_4$ Stunden zu Grunde gingen, während bei einem, aus einer anderen Quelle bezogenen Schwefelkohlenstoffe im Liter Luft 0.84 Milligramme sein durften, ohne dass es zu ernsteren Symptomen kam. Nach $9^1/_2$ Stunden aus dem Apparate genommen, erholte sich das Thier sehr bald vollständig wieder. Ja, selbst bei einem Gehalte von 2.3 Milligramm Schwefelkohlenstoff im Liter Luft dauerte es 7 Stunden, bis eine Katze so weit geschädiget war, dass sie 10 Stunden nach dem Versuch an den Folgen der Vergiftung starb.

Die Sektionen der gestorbenen Thiere ergaben ausser Lungenhyperämie und hie und da Lungenecchymosen keine charakteristischen Befunde. Auch das Blut zeigte sich normal. Neben einer leichten lokalen Reizwirkung auf die zugänglichen Schleimhäute wirkt der Schwefelkohlenstoff also namentlich auf das Nervencentralorgan. Mit Chloroform analog angestellte Versuche zeigten eine grosse Aehnlichkeit der Wirkung der beiden Stoffe.

Es scheinen noch unbekannte oder bisher nicht beachtete Verbindungen im Schwefelkohlenstoff des Handels enthalten zu sein und den Haupttheil seiner Giftigkeit auszumachen.

Lehmann hat sich durch Behandlung des käuflichen Schwefelkohlenstoffes mit concentrirter Schwefelsäure, Wasser, Aetzkali, darauffolgendes Waschen mit Wasser und Trocknen mit Chlorcalcium und schliesslich durch mehrfache Destillation über Quecksilberchlorid ein möglichst reines Präparat hergestellt, welches genau, nur etwas schwächer wie Chloroform riecht. Auch dieser möglichst gereinigte Schwefel-

kohlenstoff zeigt sich noch giftig, wenn auch in geringerem Grade, wie manches käufliche Präparat.

Das so verschiedene Erkranken der Arbeiter in verschiedenen Kautschukfabriken mag daher immer seinen Grund theilweise in einer verschiedenen Qualität des Schwefelkohlenstoffes haben, aber jedenfalls wirken da auch die Ventilationsverhältnisse der Arbeitsräume mit, und kann auch dem reinsten Schwefelkohlenstoffe die Giftigkeit nicht abgesprochen werden.

Lehmann wird seine Untersuchungen auch auf Kautschukfabriken und auf den dort neben dem Schwefelkohlenstoff in Verwendung kommenden Chlorschwefel ausdehnen.

Anilin und Nitrobenzol.

Ueberraschend ist die Giftigkeit des Anilin in den kleinsten Dosen, namentlich für Katzen. 0.15 Milligramm im Liter Luft (etwa 0.04‰ des Volums) bringen binnen 7 Stunden noch keine besonderen Symptome hervor, aber schon Dosen von (0.4 Milligramm (etwa 0.1‰ des Volums) zeigen sich gefährlich. Bei dieser Concentration bekommt eine Katze schon nach 30 Minuten lange anhaltende Salivation, nach $5^1/_2$ Stunden Erbrechen und Störungen der coordinirten Bewegung, namentlich zeigt sich etwas Schwäche der Hinterbeine. Die Respiration ist wechselnd, aber vorwiegend stark beschleunigt. Nach $6^1/_4$ Stunden werden Lippen und Zunge stark cyanotisch, die Pupillen weit und ihre Reaktion sehr träge. Nach $8^1/_4$ Stunden wird das Thier matt, taumelt, ist aber weder lahm noch narkotisirt. Aus dem Apparate genommen zeigt es am folgenden Tage vollständige Pupillenstarre, grosse Schwäche und ein eigenthümliches Schwanken beim Gehen. Nach 2 Tagen war die Pupillenreaktion wiedergekehrt, da aber die allgemeine Schwäche fortdauert und sich neben Störungen der coordinirten Muskelbewegung

auch häufige klonische Zuckungen in den Muskeln zeigen, wird das Thier getödtet.

Bei der Sektion zeigte sich starke, gelbe Färbung der Leber und aller Schleimhäute, ebenso goldgelbe Schatten in den Leberzellen. Die Niere erscheint gelblich und stark verfettet Weder im Harn noch in dem stark gelbroth gefärbten Blutserum gelang bisher eine Reaktion auf Gallenfarbstoff. Weitere Untersuchungen über diese Gelbfärbung sind in Aussicht genommen. Lungen blass bräunlich, an einer Stelle eine kleine Hämorrhagie. Herz schlaff.

Bei Dosen von 0.7 bis 0.8 Milligramm im Liter Luft ist der Vergiftungsverlauf der gleiche, nur treten neben den geschilderten Symptomen bald stärker, bald schwächer klonische Convulsionen einzelner Muskelbündel, ganzer Muskeln und Muskelgruppen in den Vordergrund. Die Respiration schwankt ganz unregelmässig zwischen 10 und 168 in der halben Minute.

Nach 9 Stunden aus dem Apparate genommen sind die Thiere gelähmt, reflexlos, höchst livid, pupillenstarr, bei kräftiger Herzthätigkeit.

Tödtet man ein Thier in diesem Zustande, so findet man bei der Sektion Injektion und blutiges Oedem der Lunge, ziemlich reichlichen Hämatingehalt des bräunlich rothen Lungenblutes, im Körperblut bei spektroskopischer Untersuchung nur Oxyhämoglobinstreifen, im Harne Oxyhämoglobin und Hämatin.

Lässt man ein solches Thier am Leben, so geht es unter anhaltenden Convulsionen und fibrillären Zuckungen, ohne sich mehr aus der Seitenlage zu erheben, in 1 bis 2 Tagen unter kläglichem Miauen zu Grunde und zeigt sich bei der Sektion stets die auffallende Gelbfärbung der innern Organe. — Im Harne lässt sich Anilin stets nachweisen.

Die bisher mit Anilin am Menschen beobachteten Vergiftungssymptome stimmen damit gut überein.

Eine höchst auffallende Thatsache ist, dass Kaninchen und Meerschweinchen verhältnissmässig unempfindlich gegen Anilin sind. Zur Controle befanden sich bei jedem Versuche, der mit einer Katze gemacht wurde, gleichzeitig auch immer ein Kaninchen und ein oder zwei Meerschweinchen im Apparate, welche nie schwerere Symptome zeigten. Einem Kaninchen wurde einmal Anilin ($2^{c.c.}$) subcutan injicirt, ohne dass das Thier erkrankte, während daran eine Katze rasch unter den charakteristischen Symptomen zu Grunde ging. Der oder den Ursachen dieses auffallenden Unterschiedes zwischen Katze und Kaninchen wird Lehmann noch weiter nachforschen.

Ueber den Gehalt der Fabrikluft an Anilin liegen keine Bestimmungen vor, aber aus vielen Thatsachen geht hervor, dass es auch für den Menschen ein ziemlich heftig wirkendes Gift ist.

Ueber die Versuche mit Nitrobenzol ist nur zu berichten, dass, so reichlich man auch Nitrobenzoldampf der Kastenluft zuführen mochte, nie die Thiere (Katzen, Kaninchen und Meerschweinchen) ernstlich erkrankten. Diese oft constatirte Thatsache stimmt nicht recht mit vielen Erfahrungen über die Giftigkeit des vom Magen aus verabreichten Nitrobenzols, man möchte vermuthen, dass diese schwer flüchtige Substanz durch die Lungen nur sehr wenig aufgenommen würde.

Aus der ganzen Reihe von Untersuchungen über die Wirkung schädlicher Gase und Dämpfe in der Luft, welche bisher mit Hilfe des Respirationsapparates weniger für wissenschaftlich toxikologische und pharmakologische, sondern mehr für praktisch hygienische Zwecke gemacht worden sind, scheint mir hervorzugehen, dass die Schädlichkeit der genannten Gase und Dämpfe nicht bloss auf lokalen Verän-

derungen oder des Blutes beruht, sondern auch auf Wirkungen auf das Nervensystem und namentlich seine Centralorgane.

Bei den sogenannten ätzenden Gasen (schwefliger Säure, Chlorwasserstoff, Ammoniak) treten allerdings Veränderungen der ersten Wege, womit diese Stoffe in Berührung kommen, deutlich hervor, aber schon bei Chlor und Brom etwas weniger, und treten auch Cerebralsymptome schon ein: hingegen bei mehreren (Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff und Anilin) scheint die Hauptwirkung in dem Einflusse auf das Nervensystem zu liegen. Und selbst bei den ätzenden Gasen scheint die Wirkung auf das Nervensystem mitbetheiligt. Eine Luft, welche die Nerven der Respirationswege krankhaft reizt, ist gewiss nicht ohne Einfluss auf das Athemcentrum und dessen Verbindungsbahnen mit anderen Centralorganen. Ist ja schon der Glottiskrampf, welcher bei den ätzenden Gasen auch eine Rolle spielt, eine Nervenwirkung. Eine Andeutung von solchen Dingen haben wir schon in unserer gewöhnlichen Wohnungsluft, und hängt damit wahrscheinlich auch das zusammen, was man Angewöhnung oder Abstumpfung oder individuelle Disposition nennt. Einer, für welchen eine Luft nur einen unangenehmen Geruch hat, kann davon krank werden, während einer, welcher entweder den Geruchssinn verloren hat, oder dem der Geruch nicht unangenehm ist, in solcher Luft sich ganz wohl befinden kann.

Auf unser Nervensystem wirkt aber, ohne dass wir es sofort wissen und empfinden, noch gar Vieles, was weder riecht noch schmeckt, und können solche giftige Stoffe auch in der Athemluft enthalten sein. Vom Schwefelwasserstoff riechen wir allerdings die kleinsten Spuren, aber das ganz geruch- und geschmacklose Kohlenoxyd ist eingeathmet fast ebenso giftig. Weil man im Blute eines an Kohlenoxyd Gestorbenen das tödtliche Gift nachweisen kann, glauben Viele sagen zu dürfen, dass es dadurch tödte, dass das

Kohlenoxyd aus dem Oxyhämoglobin, dem normalen Bestandtheile unseres Blutes, den Sauerstoff austreibe, wodurch Kohlenoxydhämoglobin entstehe, welches dem normalen Stoffwechsel, soweit dieser in einer Oxydation bestehe, nicht mehr dienen könne, was also einer Erstickung oder einem Blutmangel ähnlich wäre. Wenn man aber bedenkt, ein wie kleiner Theil der ganzen Blutmasse bei tödtlich verlaufenden Kohlenoxydvergiftungen durch Bildung von Kohlenoxydhämoglobin seines Sauerstoffes beraubt wird und wie viel Oxyhämoglobin daneben noch vorhanden ist, so dass der dadurch veranlasste Blutverlust viel kleiner als der kleinste Aderlass ist, welchen Gesunde und Kranke ohne Gefährdung ertragen, so wird man wohl gezwungen, an eine spezifisch giftige Wirkung des Kohlenoxydhämoglobins im Organismus auf das Nervensystem und seine Centralorgane zu denken. Die Blutkörperchen sind nur das Medium, das Kohlenoxyd aus der Luft zu absorbiren und es dem Organismus in der nöthigen Menge zuzuführen.

Gruber hat bei seinen Untersuchungen zuerst nachgewiesen, dass bestimmte Grade des Symptomenkomplexes stets einer bestimmten Concentration des Kohlenoxydes in der geathmeten Luft entsprechen, und dass diese Grade sich nicht ändern, wenn die Thiere auch sehr lange in solcher Luft bleiben, dass somit im Blute keine Anhäufung von Kohlenoxyd mit der Zeit des Athmens entsteht, sondern dass der Organismus die Fähigkeit besitzen muss, sich geringer Mengen des Giftes auf irgend eine Art bis zu einem gewissen Grade beständig zu entledigen. Gruber hat ein Kaninchen 66 Stunden lang in einer Luft von 0.5‰ Kohlenoxyd athmen lassen, ohne dass es im geringsten erkrankte; aber wenn er Kaninchen eine Luft von 4 bis 5‰ Kohlenoxyd athmen liess, trat der Tod zwischen 30 und 40 Minuten ein.

Aus den Versuchen von Ogata mit schwefliger Säure

geht hervor, dass auch dieses Gas ins Blut aufgenommen als ein Nervengift wirkt. Wenn Fröschen, bevor sie in den Apparat gesetzt wurden, ein Schenkel gebunden wurde, so dass in diesem kein Blut mehr circuliren konnte, während der andere Schenkel ungebunden blieb, so zeigte, nachdem der Tod im Apparate eingetreten war, der nervus ischiadicus des gebundenen Schenkels stets noch die gewöhnliche Reizbarkeit, während die Reizbarkeit des Nerven in dem nicht gebundenen Schenkel, durch welchen bis zum Eintritte des Todes das Blut strömte, welches mit schwefliger Säure in Berührung gekommen war, stets auf ein Minimum gesunken war.

Das Nämliche gilt von dem stark riechenden Schwefelwasserstoff, der auch einen Theil unseres Blutes in Beschlag nimmt, an dem man aber bereits stirbt, wenn man auch noch ein Uebermass gesundes Blut in den Adern hat. Lehmann hat gefunden, dass eine Katze 10 Stunden lang eine Luft von 0.15‰ Schwefelwasserstoff, welche schon sehr übel riecht, athmen konnte, ohne dass man ihr eine Spur von Uebelbefinden anmerkte, dass ein solches Thier aber in einer Luft von 3.25‰ Schwefelwasserstoff in 4 Minuten umsinkt und nach 10 Minuten todt ist. An Luft, d. h. an dem für den normalen Stoffwechsel nöthigen Sauerstoff kann es nicht gefehlt haben, auch die während der kurzen Zeit aus der eingeathmeten Luft ins Blut aufgenommene Menge Schwefelwasserstoff kann nicht so gross gewesen sein, um wesentliche substanzielle Veränderungen im Organismus hervorzubringen, die tödtliche Wirkung lässt sich nur durch eine Wirkung auf das Nervensystem erklären.

Auch ist das Blut und der ganze Körper von Katzen und Kaninchen nicht entfernt so verschieden zusammengesetzt, dass man aus einer substanziellen Veränderung erklären könnte, warum das Anilin für Katzen so giftig und für Kaninchen unschädlich ist. Wahrscheinlich wird das

Nervensystem verschiedener Thiergattungen vom Anilin ebenso verschieden wie vom Morphium und anderen Giften gereizt.

Je höher ein Organismus entwickelt ist, desto empfindlicher scheint er für schädliche Gase und Dämpfe zu sein. Die Bakterien ertragen, wie wir oben gesehen haben, Chlor und Brom und schweflige Säure in der Luft so lange und in so grossen Mengen', wie sie für Menschen und warmblütige Thiere sicher und in kürzester Zeit tödlich sind. Das ist vielleicht auch der Grund, warum gerade der Mensch in seiner Wohnung eine reinere Luft braucht als alle seine Hausthiere.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 2. Juli 1887.

1. Herr H. SEELIGER trägt die Hauptresultate einer Untersuchung: „Zur Theorie der Beleuchtung der grossen Planeten, insbesondere des Saturn“ vor. Die Abhandlung ist für die Denkschriften bestimmt.

2. Herr E. LOMMEL legt eine Abhandlung der Herren H. GÖTZ und A. KURZ in Augsburg „Elektrometrische Untersuchungen“ vor.

3. Herr W. v. GÜMBEL spricht über „Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottnang“.

Elektrometrische Untersuchungen.

Von H. Götz und A. Kurz in Augsburg.

(*Eingelaufen 2. Juli.*)

Kurze Vorgeschichte der vorliegenden Arbeit: Das Wesen und der Sitz der „elektromotorischen Kraft“, welche den galvanischen Strom verursacht, beschäftigte seit Galvani und Volta bis auf die neueste Zeit eine Reihe von Physikern. Je verborgener dieses Untersuchungsobjekt ist, desto mehr hat man Thatsachen zu sammeln und die Modifikationen zu studieren, unter welchen jene Ursache in die Erscheinung tritt. Und um hiefür ein Beispiel zu erwähnen, so schloss erst vor 4 Jahren Fromme in Wiedemann's Annalen (Band 18 und 19) eine Reihe „Elektrischer Untersuchungen“ über das Verhalten von Platin, Palladium, Gold,

Gaskohle und Aluminium in Chromsäurelösung und in Salpetersäure, sowie über die Kondensation und Absorption des Wasserstoffs durch Platin und Palladium mit den Worten ab: „Ich möchte zum Schlusse dem Wunsche Ausdruck geben, dass die in der 1. und 2. Abhandlung niedergelegten Resultate, deren Erklärung ich zu geben versucht habe, auch anderen Physikern interessant und wichtig genug erscheinen möchten, um meine Erklärung zu prüfen und eventuell eine bessere in Vorschlag zu bringen".

Unsere eigenen Untersuchungen schliessen indess nicht hier an, sondern beginnen so zu sagen von vorne. Oder wenn denn doch jede ähnliche Untersuchung voraussetzt, dass man das bereits vorhandene Material kennen lernt und von diesem womöglich auch Ausgangspunkte zur eigenen Fortsetzung auswählt: Es hat ungefähr um das Jahr 1880 Prof. Franz Exner in Wien den bekannten Streit zwischen der Kontakt- und der chemischen Theorie aufgegriffen, als Kämpfer gegen die erstere. Fromme ist u. a. auch gegen Exner aufgetreten im 12. Bande der Wiedemann'schen Annalen („Ueber die elektromotorische Kraft der aus Zink, Schwefelsäure und Platin, resp. Kupfer, Silber, Gold, Kohle gebildeten galvanischen Kombinationen") und schliesst diese Abhandlung mit den Worten: „Es wird sich vielleicht Gelegenheit finden, diese Resultate im Zusammenhange mit einer neueren Abhandlung von Herrn Exner zu besprechen".

In den Abhandlungen Exners und in dem seit längerer Zeit gehegten Wunsche, eigene Beobachtungen auf diesem Gebiete anzustellen, schöpften wir die Motive zu unseren Arbeiten. In einer vorläufigen Mitteilung (Rep. der Phys. XXIII, 311—321, 1887), suchten wir den experimentellen Nachweis zu liefern, dass

1. die Erde kein Glied der Spannungsreihe ist, wie die Kontakttheorie fordern muss, sondern als „Leiter zweiter Klasse" wirkt, und dass

2. jedes Metall in direkter Berührung mit der Erde ein ihm und der Bodenbeschaffenheit an der betreffenden Stelle eigenthümliches negatives Potential annimmt.

Letzteres wird also nicht durch eine sogenannte Kontaktkraft, sondern durch die chemische Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit auf das Metall hervorgerufen. Mit andern Worten: wir erklären die Verbindung Metall-Erde für ein galvanisches Element, dessen negativer Pol das Metall und dessen Erreger die Bodenfeuchtigkeit ist, während der positive Pol durch die festen Theile des Erdkörpers gebildet wird.

Um jede Verwechslung mit der kontakttheoretischen Bezeichnung M|N für das sogenannte Kontaktpotential der Metalle M und N zu vermeiden, haben wir für die hier in Frage kommenden Potentialdifferenzen die Bezeichnung M‖N eingeführt. Hiernach stellt z. B. Zn‖E (Erde) ein einfaches galvanisches Element dar, ebenso Cu‖E; dagegen Zn‖Cu stellt ein Doppelelement vor, welches entsteht durch die Gegenschaltung der vorher genannten einfachen Elemente. Der Zwischenraum innerhalb der beiden Striche gedenkt gewissermassen der wirksamen Flüssigkeit nach dem alten Grundsatze: Corpora non agunt nisi fluida.

Bezeichnet man die Grösse

$$Zn\|E \text{ mit } -z \text{ und } Cu\|E \text{ mit } -c, \text{ so ist}$$

$$Zn\|Cu = -(z-c),$$

d. i. gleich der Differenz der auf unsere Weise gedeuteten natürlichen Potentiale.

Bei solchen Messungen wird das eine Quadrantenpaar des Elektrometers durch einen Kupferdraht etwa mit der Erde, also mit der eisernen Gas- oder Wasserleitung verbunden und nimmt das Potential $(-g)$ dieser rostigen Eisenmassen an, gleichgültig aus welchen Metallen der Draht und die Quadranten bestehen mögen. (Nach der Kontakttheorie wäre dagegen für den vorliegenden Potentialwert das Quadrantenmetall massgebend.) Wenn alsdann das andere

Quadrantenpaar beispielsweise mit einem Zinkdraht verbunden wird, der den feuchten Erdboden berührt, so erhält dasselbe das Potential $(-z)$ dieses Zinkstückes und man misst durch den Ausschlag der elektrischen Nadel des Instrumentes die Potentialdifferenz

$$-(z-g).$$

Unsere dort mitgeteilten Versuche ergaben als vorläufige Potentialwerte der bekannteren Metalle, ausgedrückt in Teilen der Skala des Beobachtungsfernrohrs

Zn	Pb	Fe	Gasleitung	Cu	
— 64	— 32	— 14	0	+ 24	Doppelmillimeter

(zweiseitiger Ausschlag, wie er durch Wiederholung jedes Versuches nach Umschaltung eines Kommutators und Addition der beiden entgegengesetzten Ausschläge gewonnen wird).

Hieraus ersieht man u. a., dass das nach Sauerstoff gierige blanke Eisen (Fe) negativ ist gegenüber dem rostigen (G), ein Beispiel, wie sehr es da auch auf die Beschaffenheit der Oberfläche des Metalles ankommt.

Die im Nachfolgenden mitgeteilten Beobachtungen sind eine Fortsetzung jener 14 Versuche, auf welche im Bedarfsfalle unter dem Namen „frühere Abhandlung" zurückgegriffen werden soll, wobei mehr und genauer ins Einzelne einzugehen gestrebt wurde.

Ausser dieser früheren Abhandlung mag noch kurz einer kleinen kritischen Publikation von unserer Seite im „Centralblatt für Elektrotechnik" gedacht werden gegen eine kontakttheoretische Auslegung von Uljanin in Strassburg, im letzten (30.) Bande der Wiedemann'schen Annalen[1]).

---

1) Dieselbe ist auch gegen Exner gerichtet und dessen Replik wurde der Wiener Akademie in der Sitzung vom 31. März vorgelegt. Am 12. Mai schrieb uns Exner: „Ihre Erklärung der Ladungen (l. c.) ist gewiss eine mögliche und die Bemerkung sehr zutreffend, dass alle Metalle (dort) die gleichen Ladungen ergeben mussten". (Zu vergleichen oben der mit $[z-g]$ schliessende Absatz.) Im Juni sandte

Wir gehen nun zu den neuen weiteren Versuchen über.

§ 1. Mit je zwei Drähten[1]) in Brunnenwasser, welche mit den beiden Quadrantenpaaren verbunden wurden, erhielten wir

am 18. Februar $Zn\|Cu = -8{,}83$, $Zn\|Pt = -9{,}74$
„ 19. „ „ 9,46, „ 10,19.

Eisendrähte zeigten noch mehr abweichende Werte, z. B.

18. Febr.	19. Febr.	21. Febr.	
$Zn\|Fe_1 = -3{,}97$	$-5{,}36$	$-4{,}85$	$-4{,}56$
$Zn\|Fe_2 = -4{,}50$	$-6{,}69$	$-6{,}02$	$-6{,}05$
$Fe_1\|Fe_2 = +1{,}33$ beob.	$-0{,}58$ beob.	$-1{,}50$ beob.	$-1{,}50$ beob.
statt $-0{,}53$ ber.	$-1{,}33$ ber.	$-1{,}17$ ber.	$-1{,}49$ ber.

Das Fe_1 war stets durch Putzen blank erhalten worden; Fe_2, vom selben käuflichen Drahte, dagegen nicht. In den beiden letzten Zeilen bemerkt man die successive Annäherung der beobachteten und berechneten Werte.

In der ersten Zeile fällt die Steigerung von -4 ungefähr auf $-5\frac{1}{2}$ auf, die wir noch öfter beobachteten, wenn das Fe_1 vorher an der Luft gelegen war und wenn es nachher war geputzt worden. Wenn es von einem zum anderen Versuche im Wasser gelassen worden war, waren so grosse Aenderungen nicht zu bemerken.

Am 22. Februar wurden 8 Messungen der Differenz $Zn\|Fe_1$ so angestellt, dass das Zn stets blank geputzt und das Fe_1 je 5 Minuten an der Luft gelegen war; die genannte Steigerung war kontinuierlich von

$$-4{,}64 \text{ bis } -6{,}47,$$

---

er uns den betreffenden Separatabdruck, wofür auch hier unser Dank ausgesprochen werden soll. Die auf der dritten Seite desselben stehende Formel ergiebt sich nach unserer Auslegung mit der wesentlichen Modifikation, dass $V_1 = V_2$, also $= V$ gesetzt werden muss, wie auch $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$.

1) Sollte später einmal auch die Capacität in Frage kommen, so sei bemerkt, dass die Drähte 2 mm dick und 130 lang sind.

und desgleichen in fünf Messungen der Differenz $Zn \| Fe_2$, welche ergaben

$$-5{,}80 \text{ bis } -6{,}46;$$

dadurch haben sich also Fe_1 und Fe_2 elektrometrisch bis zur Gleichheit genähert und man kann $-6{,}5$ als vorläufigen Grenzwert für blankes Zn und rostiges Fe ansehen; sowie $-1{,}8$ ungefähr als Grenzwert für blankes und rostiges Eisen, welcher mit der obigen, aus unserer früheren Abhandlung wiederholten Zahl (14 Doppelmillimeter), insoferne übereinstimmt, als wir dort die notwendige Erhöhung, vielleicht um den vierten Teil des Wertes, wegen der unvollkommenen Isolierung der Ebonitringe beifügten. Bei den jetzigen Versuchen sind die beiden Poldrähte im Wasser nur 2 cm von einander entfernt, also der innere Widerstand verschwindend klein gegen den der Ebonitringe, oder die gemessene Potentialdifferenz gleich der vollen elektromotorischen Kraft[1]).

Zwei Zinkdrähte, Zn_1 blank poliert, Zn_2 stark oxydiert, lieferten

$Zn_1 \| Zn_2 = = 0{,}23$, (Doppelcentimeter)
und nachdem Zn_2 oberflächlich abgerieben war, $+1{,}60$,
nach stärkerem Putzen desselben $+1{,}11$, (Zn_1 jeweils blank poliert).
Zn_2 wie Zn_1 poliert $+0{,}24$.

Im 1. dieser vier Versuche schützte die Oxydhaut, im 4. die Politur das Zn_2 (teilweise und in gleichem Grade gegenüber Zn_1) gegen den Zutritt des O; im 2. Versuche war dagegen die Oberfläche des Zn_2 aufgelockert; der 3. Versuch stellt einen Uebergangszustand vom 2. zum 4. Versuche vor. —

§ 2. Angesichts dieser dreierlei Momente, die für den Potentialwert bestimmend sind und durch das Symbol

$$M \| N$$

1) Gelegentlich bemerkt, war Mitte Februars auch das Elektrometer auseinander genommen, der Ebonit mit Petroleum gereinigt und mit Schellack überstrichen worden.

auch ausgesprochen werden: die zweierlei Metalle, jedes mit seiner Oberflächen-Beschaffenheit, und die (mehr oder minder) flüssige Zwischenschichte, suchten wir zwei dieser drei Variablen möglichst konstant zu machen und wählten als das eine der Metalle

blank poliertes Zink,

weil dessen Politur vor und nach jedem Versuche sich leicht herstellen und kontrollieren liess, und als Flüssigkeit

destilliertes Wasser.

Jenem Zink schreiben wir den Pegelstand Null zu und setzen es im genannten Symbol an die rechte Seite, also

M‖Zn,

so dass die meisten der früher genannten und noch zu nennenden Potentialdifferenzen das Pluszeichen bekommen, welches wir aber doch meist beisetzen werden. Mit diesem Zn kombinierten wir zum galvanischen Elemente folgende Metalle M:

§ 3. Eisen.

Fe_1, anfänglich sorgfältig poliert:		Fe_2, nicht oxydiert aber rauh:		
Fe_1	Fe_2	Fe_1	Fe_2	Bemerk.
M‖Zn = + 5,28	+ 4,52	+ 4,02	+ 3,44	A
4,42	3,59	2,66	2,17	B
4,04	3,09	3,71	3,89	A
3,23	2,70	2,36	2,42	C
2,61	2,10	1,91	2,20	„
2,32	2,06	3,10	3,23	„
2,60	2,08	2,26	2,41	„
2,91	2,31	2,18	2,01	„
2,27	2,25	2,31	2,31	„
2,32	2,31	2,27	2,26	„
2,49	2,42			
2,53	2,36			
2,57	2,52			

Fe_1	Fe_2	Fe_1	Fe_2	Bemerk.
+ 2,37	+ 2,42	+ 3,66	+ 3,57	A
3,11	3,02	4,05	4,11	„
2,38	2,33	4,50	4,84	„
2,26	2,23	4,63	4,62	„
2,39	2,39	4,69	4,77	„
2,42	2,40	4,77	5,00	„

Alle diese Versuchspaare sind in der chronologischen Reihenfolge zusammengestellt (10. März bis Ende April) und die in zwei Doppelkolonnen beigefügten Bemerkungen sind folgende:

A) das Versuchsmetall in der Zwischenzeit an der Luft getrocknet;

B) in das destillierte Wasser war vorher O eingeleitet worden;

C) am vorherigen Tage O eingeleitet und das Versuchsmetall über Nacht im Wasser gelassen.

Anfangs Mai wurde die Schwefelsäure im Elektrometer erneuert und die Ladungssäule revidiert, wodurch die Empfindlichkeit merklich stieg. Daraus lässt sich schliessen, dass gegen das Ende des April die betreffenden Werte kleiner ausgefallen sind, als sie bei konstanter Empfindlichkeit sich ergeben hätten. Man sieht dies aus:

	Fe_1	Fe_2	Fe_3	Fe_4
4. Mai:	+ 6,46	+ 7,07	+ 5,49	+ 4,59

Fe_1 und Fe_2 sind die früheren Eisendrähte mit ihrem dicken Oxydüberzuge;

Fe_3 ist blank poliert wie obiges Fe_1 im Anfange war;

Fe_4 ist von derselben Oberfläche wie Fe_2 im Anfange war.

Man sieht aus diesen sechs Doppelkolonnen:

1) Fe_1 ist anfangs positiv gegen Fe_2, weil dem O weniger zugänglich.

2) Mit der Wiederholung des Versuches werden beiderlei

Werte kleiner, durch vermehrte Aufnahme von O auf der durch die vorhergehende Oxydation gelockerten Oberfläche;

3) dadurch mussten auch die beiderlei Werte des Potentiales einander gleich werden (2,3),

4) das geringe, aber doch trotz der Schwankungen bemerkliche Wachsen (auf 2,5) deutet auf einigen Schutz gegen weitere Aufnahme von O durch die schon bestehende Oxydhaut hin.

5) Das Schwanken des ungefähr gleichen Betrages für Fe_1 und Fe_2 bei der Prozedur C sowohl, als nachher in der dritten Doppelkolonne deutet auf ein Zerreissen und Abfallen der Oxydhaut hin, was man auch mit freiem Auge erkennt, indem das Wasser sich trübt und auf dem Boden Oxyd sich ablagert.

6) Die Prozedur A erhöht die Widerstandsfähigkeit der Oxydschichte in beiden Fe so sehr, dass der anfängliche Potentialwert 5,3 (des Fe_1) überschritten wird, wie man an der vierten Doppelkolonne mit Rücksicht auf das vor der fünften Gesagte und an dieser erkennt.

7) Um diese Ueberschreitung besser taxieren zu können, wurde der in der sechsten Doppelkolonne angegebene Doppelversuch angestellt.

§ 4. Blei.

Pb_1, anfänglich poliert, aber im Wasser sofort anlaufend, daher die anfänglich gemessene Potentialdifferenz etwas zu niedrig zu erachten ist.
Pb_2 rauh.

18. März:

Zeit	Pb_1	Pb_2
0	+ 2,64	+ 2,08
15′		1,74
20′	2,25	
25′	1,91	1,89
60	2,40	
100		1,98

Vom 19. März bis Ende April wurde je ein Wertepaar bestimmt, wie beim Eisen (§ 3), so dass die folgenden vier Doppelkolonnen den ersten vier vom Eisen der Zeit und den übrigen Umständen nach entsprechen.

Pb_1	Pb_2
+ 3,45	+ 3,41
4,23	3,78
3,28	3,40
3,57	3,59
3,90	3,83
4,13	3,80
4,91	3,94

Pb_1	Pb_2	Bemerk.
+ 4,30	+ 3,98	A
4,01	4,08	B
3,44	3,74	A
3,48	3,55	C
3,30	3,42	„
5,46	5,39	„
3,83	3,80	„
3,52	3,59	„
3,94	4,01	„
3,95	3,77	„

Pb_1	Pb_2
+ 4,21	+ 4,15
5,35	5,34
4,14	3,92
3,94	3,94
3,95	3,92
4,24	4,24

Pb_1	Pb_2	Bemerk.
+ 3,85	+ 4,38	A
4,35	4,50	„
4,27	4,45	„
3,99	4,52	„
4,39	4,32	„
4,22	4,37	„

Auch für den 4. Mai gelten die vor und nach demselben im vorigen Paragraphen stehenden Bemerkungen:

Pb_1	Pb_2
+ 5,35	+ 5,48

Pb_3	Pb_4
+ 3,60	+ 4,62

1) Aus der ersten Doppelkolonne sieht man das rasche Fallen und darauffolgende Steigen der Potentialwerte, entsprechend der Oxydation des Bleis (s. § 3 Bemerk. 2) und dem Schutze durch die schon bestehende Oxydhaut (s. § 3 Bemerk. 4).

2) Die zweite bis fünfte Doppelkolonne zeigt dagegen eine bedeutende Zunahme und dieser entsprechend auch beträchtlichere Schwankungen als beim Fe (s. § 3 Bemerk. 5).

3) Interessant ist besonders noch die gegenseitige Abwägung der Blei- und Eisenwerte an den einzelnen Tagen, indem dadurch eine Aufklärung über die schwankende Stellung dieser beiden Metalle in der Spannungsreihe sich darbietet:

	Fe_1	Fe_2	Pb_1	Pb_2
Anfänglich:	5,28	4,52	2,64	2,08
Die niedersten Werte sind (ohne Behandlung C):	2,32	2,31	1,91	1,74
Am 23. März z. B.:	2,49	2,42	3,90	3,83
und ähnlich an den folgenden Tagen. Dagegen am 4. Mai, man sehe die beiden fünften Doppelkolonnen:	6,46	7,07	5,35	5,48

Also zuerst und zuletzt steht Fe höher wie Pb, dazwischen umgekehrt.

Bei der Behandlung C entsprechen alle oben angegebenen Wertpaare des Eisens der Zeit nach denjenigen des Bleis hinsichtlich der Messungstage vom 30. März bis 7. April; man sieht, dass das Eisen zwischen 2 und 3, Blei zwischen 3 und 5 ungefähr schwankt.

Dasselbe Entsprechen gilt für die Behandlung A, und zwar vom 22. bis 28. April. Aber beide Metalle schwanken hier zwischen 4 und 5. Schliesslich steht aber doch das Eisen wieder höher als das Blei.

Dasselbe Resultat stimmt mit den in den Lehrbüchern reproduzierten Spannungsreihen überein, wie z. B. Pfaundler in der 8. Auflage des J. Müller'schen Buches Bd. 3 § 80 die vier Spannungsreihen nach Volta, Seebeck, Pfaff, Pictet angiebt, welche hinsichtlich der Reihenfolge

Zink, Blei, Eisen

übereinstimmen. Seebeck allein hat auch das polierte und das rauhe Blei unterschieden und zwar in der Reihe

Zink, Blei poliert, Zinn, Blei rauh, Eisen

(abgesehen von andern inzwischen und am Ende angeführten

Metallen). Dies widerspricht der chemischen Theorie insoferne, als eine gute Politur das Metall gegen Aufnahme von O schützt, das Metall „edler" macht, wie auch unser Resultat vom 18. März aufweist. Dagegen spricht das Resultat vom 4. Mai mit Pb_3 und Pb_4 für Seebeck, d. h. es zeigt, dass man diese „Politur" bei den wie gesagt schwankenden Umständen des Bleis nicht immer in seiner Gewalt hat und dass die Nachfolger Seebecks gutthaten, diesen Unterschied des polierten und rauhen Bleis aus der allgemeinen Spannungsreihe der verschiedenen Metalle wegzulassen. Dies umsomehr, als auch, wie wir soeben zeigten, das Blei und das Eisen sogar ihre Stellen in dieser Spannungsreihe vertauschen können[1]).

§ 5. Kupfer.

Cu_1 anfänglich poliert, Cu_2 rauh;

aber bei diesem sozusagen halbedlen Metalle zeigt sich anfangs kein Unterschied zwischen polierter und rauher Oberfläche. Immerhin sind dann Cu_1 und Cu_2 doch zwei verschiedene Exemplare eines und desselben Metalles. Vergl. auch noch die Anmerkung am Schlusse dieser Abhandlung pag. 218.

Am 13. März war

	$Cu_1 \| Zn = +$ 9,90 Skalenteile	$Cu_2 \| Zn = +$ 9,48
1 Stunde später	9,77	10,03

Durch Vergleichung mit dem Ausschlage eines Kittlerschen Normalelementes an diesem Tage entsprechen diese Resultate sehr nahe

0,90 bis 0,94 Volt.;

Serpieri reproduciert in seinem Buche „das elektrische Po-

1) Vergl. auch den im § 3 angegebenen Grund zur Anstellung der Messungen am 4. Mai, die Empfindlichkeit des Apparates vor und nach der Revision desselben betreffend, wobei auf die Politur des Pb_3 weniger Sorgfalt verwendet wurde.

tential" für die bekannte „Kontakt"grösse Zn|Cu die Zahl 0,75 Volt.; Hallwachs citiert die Zahl von Clifton Zn|Cu = 0,86 und die seinige 0,84. S. Wiedemanns Bd. 29 (1886).

Dies mit frischen Kupferdrähten; wenn man aber dieselben wie im § 3 und 4 in den darauffolgenden Tagen wiederholt misst, so zeigte sich vom 14. März ab:

Cu_1	Cu_2	Cu_1	Cu_2	Bemerk.
+ 10,06	+ 9,95	+ 7,16	+ 7,72	A
7,66	7,65	7,24	7,54	B
7,10	6,95	6,70	6,85	A
6,98	6,46	6,50	6,50	C
7,64	7,21	6,41	6,12	„
7,90	7,69	9,48	9,55	„
8,30	7,88	6,76	6,63	„
6,30	6,26	6,59	6,60	„
6,56	6,78	6,83	6,77	„
6,44	6,64	6,80	6,71	„
7,15	6,90			
7,48	7,27			

Cu_1	Cu_2	Cu_1	Cu_2	Bemerk.
+ 6,96	+ 7,13	+ 7,74	+ 8,18	A
9,40	9,33	8,47	8,47	„
7,32	7,32	8,52	8,87	„
7,05	7,29	8,36	8,54	„
7,11	7,22	8,47	8,33	„
7,07	7,59	8,41	8,47	„

4. Mai:

Cu_1	Cu_2	Cu_3	Cu_4
+ 10,43	+ 10,42	+ 9,22	+ 9,48

Die Potentialdifferenz Cu‖Zn fällt also von 10 innerhalb eines Tages auf weniger als 8 herab und zeitweise auch weniger als 7 Skalenteile (Doppelcentimeter); $9\frac{1}{2}$ wird sie einmal bei der Behandlung C und auch nochmal in der dritten Doppelkolonne; in der vierten steht sie ziemlich fest auf $8\frac{1}{2}$.

Es sind diese Variationen auch ziemlich parallel denjenigen der in den vorausgegangenen Paragraphen aufgeführten Eisen- und Bleiwerte, was mit der gleichmässigen Behandlung und gleichzeitigen Messung dieser Doppelelemente seine Erklärung findet.

Wegen des 4. Mai vergleiche ebenfalls die früheren Paragraphe.

§ 6. Zink.

Zn_1 anfänglich poliert. Zn_2 rauh, aber blank.

Auch mit diesen wurden gleichzeitig und gleichartig die in § 3—5 erwähnten Messungen angestellt, welche aber hier übergangen werden, da sich Zn_1 und Zn_2 gegenüber dem Normal-Zn bald positiv, bald negativ zeigten.

Es wurden deshalb später noch folgende Messungen angestellt:

Zeit	$Zn_1 \| Zn$	Zeit	$Zn_2 \| Zn$
9. Mai	+ 0,14	13. Mai	+ 0,39
5′ später	— 0,92	5′ später	— 0,09
„	— 1,25	„	— 0,25
„	— 1,33	„	— 0,41
„	— 1 39	„	— 0,50
„	— 1,36	10′ später	— 0,53
„	— 1,45	„	— 0,59
5′ an der Luft	— 0,78	15′ später	— 0,46
10. Mai	— 0,42	25′ später	— 0,22
6^h später	+ 0,18	14. Mai	+ 0,66
30′ an der Luft	+ 0,76	16. Mai	+ 0,82
1^h „ „ „	+ 0,88	17. Mai	+ 0,55
11. Mai			
über Nacht in Luft	+ 0,49		

Wo keine Bemerkung gemacht ist, war das Versuchsmetall Zn_1 oder Zn_2 vor der Messung in Wasser gelassen worden, während das Normal-Zn vor und nach jedem Versuch, wie schon bemerkt worden, frisch poliert wurde.

Der Verlauf dieser Zahlen ist bei beiden Zinkproben derselbe und auch mit den § 3—5 darin übereinstimmend, dass der Potentialwert anfänglich sinkt und dann wieder steigt. Dies muss sich hier natürlich auch durch das Vorzeichen ausdrücken. Die Amplitude der Schwankungen ist bei Zn_1 grösser als bei Zn_2, wobei man nur die negativen Zahlen ins Auge fassen möge, da die positiven bei beiden, wie man den schwankenden Umständen gemäss sagen darf, als gleich angesehen werden dürfen. Dieser Umstände wegen setzten wir die Beobachtungsreihen auch nicht mehr weiter fort. Am polierten Zink haftet die Oxydschichte nicht so gut wie am rauhen, daher der geringere Schutz gegen weitere Oxydation und das stärkere Sinken ins Negative.

Bezüglich der Raschheit dieses Verlaufes steht das Zink unterhalb des Bleies und oberhalb des Eisens; das lange Feststehen des Kupfers ist schon erwähnt worden.

Die Edelmetalle.

§ 7. Gold (absolut fein).

Von reinem Golde, ohne Beimengung eines anderen Metalles, lieferte uns Herr Goldschläger Müller dahier ein Stück, in Bandform, von welchem wir zwei Proben den folgenden Versuchen unterwarfen:

Au_1 Au_2

(Völlig gleiche Oberfläche).

Vom 18. März bis 28. April erhielten wir schwankende, aber allmählich ansteigende Potentialwerte Au‖Zn von 6 bis 9,3 Skalenteilen, meist nahe dieselben für Au_1 und Au_2. Wenn an eine Oxydation (bezüglich der niederen Werte) hier nicht zu denken ist, so kann die Adhäsion[1]) des O am Au des letzteren Potentialwert beeinflussen. Wir machten deshalb noch folgende Versuche:

1) Hierüber eine Notiz in den Beiblättern zu Wiedem. Ann., Bd. 11, 1887, S. 217.

	$Au_1 \| Zn$
5. Mai; in Wasser gewesen	+ 10.75
Mit elektrolytischem O (in Wasser)	15,73
15′ später	15,81
6. Mai; in d. Luft gewesen	15,07
7. Mai; wie am vorig. Tage	14,89
9. Mai; in d. Luft gewesen	13,14
10. Mai; „ „ „ „	12,08
Geglüht in der Weingeistflamme	10,30
Mit O beladen	19,85
11. Mai; über Nacht im Wasser gewesen	14,02
12. Mai; über Nacht im Wasser gewesen	12,41
Mit O beladen	18,96
13. Mai; über Nacht in der Luft gewesen	15,55
14. Mai; über Nacht in der Luft gewesen	14,66
16., 17., 18., 20. Mai; über Nacht in d. Luft gew.	14,40
	13,55
	12,38
	11,25 (1.20 Volt.)

	$Au_2 \| Zn$
Wie links	+ 11,30
Im Wasser gewesen	10,64
10′ an der Luft gewesen	10,65
Ebenso wie links	11,26
25′ im Wasser gewesen	10,64
Ueb. Nacht i. Wasser gew.	11,11
Mit H beladen	10,19
Wie links	10,23
„ „	10,41
„ „	10,34
Mit H beladen, 5′ später	9,98
Wie links	11,20
„ „	11,26
Mit H beladen, sogleich	9,49
Wie links	10,39
„ „	10,40
„ „	10,31
	10,17
	10,18
	10,41 (1,11 Volt.)

Bemerkenswert ist hienach die unseres Wissens noch nicht bekannte[1]) Eigenschaft des Goldes, in so hohem Grade (Verdoppelung des Potentialwertes von Au_1) den O anzuziehen und gefesselt zu halten (längere Zeit $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{3}$ des Potentialwertes behaltend); im Wasser geht dieses Herabsinken

1) S. Fromme, über die elektromotorische Kraft der aus Zn, H_2SO_4 und Pt, resp. Cu, Ag, Au und C gebildeten galvanischen Combinationen, Wied. Ann., Bd. 12, 1881, S. 399—425, und unsern folgenden Absatz oben.

des gesteigerten Wertes rascher vor sich als in der Luft, weil das Wasser auch den O schluckt.

Auch das mit H beladene Au_2 entledigt sich des H im Wasser schneller als in der Luft, daher das raschere Steigen des betreffenden Potentialwertes; die Amplitude des Goldpotentiales bei der Mitwirkung des H ist viel geringer als die vorhin genannte beim O, nemlich von 10,3 auf 9,5 Skalenteile; von letzterem Werte steigt das Potential wieder zu 10,3 (geglühtes Gold) in der Luft, aber zu 11,3 im Wasser, von welchem das Gold offenbar O aufnimmt (siehe auch den Anfangswert von Au_2). Der Wert 10,3 wurde am 10. Mai bei Au_1 und Au_2 beobachtet und kann wohl als dem Au ohne O und ohne H zugehörig angesehen werden.

Wo der Angabe der Potentialdifferenz in unserer Versuchstabelle die Voltzahl beigesetzt wurde, war eine Messung des Kittler'schen Normalelementes eingeschaltet worden, welch letzteres zu 1,185 Volt. angenommen wurde. Eine Zusammenstellung dieser Kittler-Messungen soll im § 11 geschehen.

Fromme beobachtete (§ 8 der in Anmerkung pag. 210 citierten Abhandlung):

im H freien Gefässe die Ablenkung	86,2	87,6	185,9
„ „ haltigen „ „ „	81,0	78,0	180,5
„ „ freien „ „ „	84,1	83,6	181,3

wobei die Drähte 1—3 Minuten in der H haltigen Säure geblieben waren, und bemerkt dazu:

„Au verdichtet ebenfalls etwas H und es nimmt dadurch seine elektromotorische Kraft in Schwefelsäure ab. Zeigt Au, wenn es später wieder in Hfreie Schwefelsäure gebracht wird, noch einen Teil dieser Abnahme, so beweist dies, dass eine katalytische Macht, wie sie das Pt besitzt, dem Au abgeht". (Schluss des § 8.)

Noch deutlicher spricht sich darüber Fromme schon im § 4 aus, nemlich „dass Pt auf in der H_2SO_4 gelösten H

stark, Au viel weniger, und Kohle, Ag und Cu wahrscheinlich gar nicht einwirken. Vom Pt ist dies längst bekannt. . . . Dass Au mit einer ähnlichen, jedoch minder starken Kraft begabt sei, ist meines Wissens nicht konstatiert, dass sie aber bei gewissen Kohlenstücken ganz fehlt, ist auch von Beetz beobachtet worden."

Nach unseren Beobachtungen über das Verhalten des Au zum O sind aber zunächst die von Fromme mitgeteilten Messungsresultate hieraus zu erklären: die von ihm benützte H_2SO_4 war nicht O frei, daher in der 1. Zeile die grössten Ablenkungen; wurde dann das Au in H haltige Flüssigkeit gebracht, so mussten die Zahlen der 2. Zeile kleiner ausfallen, indem das Au seinen O abgab, und sie mussten in der 3. Zeile wieder steigen, wegen neuer O-Aufnahme. Dass sie nicht bis zu den Beträgen in der 1. Zeile stiegen, kann allerdings auch teilweise einem noch zurückgebliebenen Reste von H zugeschrieben werden, bleibt aber bei der kurzen Zeitdauer jener Versuche unentschieden; nach unseren Versuchen ist dies wahrscheinlicher.

Immerhin ist diese physikalische Verwandtschaft des Au zum O gross, zum H aber klein.

§ 8. Silber.

Der Verkäufer dieses Drahtes gab einen Gehalt von 5% Cu an.

Am 22. April ward die Potentialdifferenz Ag‖Zn = 8,32 im destillierten Wasser beobachtet;

„ 23. „ nachdem der Draht im Wasser geblieben war: 9,17
„ 25. „ „ „ „ „ „ „ „ „ 9.07
„ 26. „ „ „ „ „ „ „ „ „ 9,34
„ 27. „ „ „ „ „ „ „ „ „ 8,88
„ 28. „ nachdem der Draht in der Luft geblieben war: 9,41

Hernach wurde die in § 3 zuerst erwähnte Revision des Elektrometers vorgenommen und die Beobachtung auch mit Ag fortgesetzt, in zwei Proben Ag_1 und Ag_2, wobei

Ag_1 das vorige und Ag_2 ein neues Stück jenes Drahtes bedeuten.

Ag_1	Ag_2
5. Mai; im Wasser gewesen 11,32	Wie links 10,17
in der Weingeistflamme geglüht 9,91	
in d. Bunsenflamme geglüht bis z. Anfang d. Schmelzens 10,50	
Mit O beladen 12,75	Wie links 11,09
7. Mai; in der Luft gewesen 12,58	
	Mit H beladen 9,69
9. Mai; in der Luft gewesen 11,99	Wie links 9,77
10. „ „ „ „ „ 12,13	„ „ 10,13
in der Weingeistfl. geglüht 9,94	„ „ 10,68
11. Mai; in der Weingeistflamme geglüht . . . 9.80	Wie links; das Resultat war noch grösser als 9,80.
in frischem dest. Wasser gemessen 11,68	Wie links 12,11
Dieses Wasser war also vielmehr O haltig.	
In der Weingeistfl. geglüht 11,24	Wie links 11,24
Jetzt sind beide Werte gleich.	
12. Mai; i. Wasser geblieben 11,42	Wie links 11,24
Auch noch nahe einander gleich.	
Mit O beladen 13,72	Mit H beladen 9,91
13. Mai; in der Luft gewesen 11,74	Wie links 9,55
	Also nicht $\geqq 9{,}91$; wahrscheinlich vom Kupfergehalte herrührend, während beim Ag_1 das Cu an der Oberfläche durch den O weggefressen worden war.
14., 16., 17., 18., 20. Mai; jeweils in der Luft gewesen; die Potentialdifferenz fiel herab bis 10,6	Wie links; die Potentialdifferenz kam auf . . . 9,3 und zuletzt wieder . . 9,7
3. Juni; seither in der Luft geblieben 10,89	Wie links 10,65
30′ mit O beladen . . 12.58*	30′ mit H beladen . . . 8,14
4. Juni; i. Wasser geblieben 11,06	Wie links 9,56
6. „ „ „ „ 10,66	„ „ 10,46

* Bei der Elektrolyse sah man eine blaugraue Wolke in gerader

Fortsetzung des Drahtes zum Boden des Wassergefässes reichen; nach dem Herausnehmen wurde der Draht vom CuO mit Smirgelpapier gereinigt und ins Ag_1‖Zn-Element gesetzt. Bei Ag_2 musste durch die Elektrolyse neben dem H auch Cu auftreten, welches beim Abreiben mit Filtrirpapier dieses schwarz färbte.

Discussion: Die O-Katalyse ist beim Ag nicht so beträchtlich wie beim Au, wenn anders der Cu-Gehalt und das erwähnte Abreiben infolge desselben die reinen Ag-Zahlen nicht zu sehr beeinträchtigen.

Dagegen ist die H-Katalyse beim Ag beträchtlicher als beim Au; hiebei konnte der Cu-Gehalt und das Abreiben nicht so grossen Eintrag thun. In Bezug auf H steht also Ag zwischen Au und dem in dieser Hinsicht bekannten Pt, welches unsere nächsten Paragraphen bilden wird.

Vielleicht werden wir später einmal auch noch reinen Ag-Draht in Untersuchung nehmen.

§ 9. Platin.

Pt_1 (käuflicher Draht)	Pt_1‖Zn	Pt_2 (wie links)	Pt_2‖Zn
14. Mai; in Wasser gewesen	11,15	Wie links	9,93
„ „ „	11,69	„ „	10,38
geglüht in der Weingeistflamme	10,24	„ „	10,58
16. Mai; Geglüht i. d. Weingeistflamme 9,98 (1,05 Volt.)		„ „	10,10
mit O beladen . . . , .	17,66		
in Luft gebieben	11.15	„ „	9,93
20′ später (i. Wasser gebl.)	11,96	„ „	10,38
geglüht in der Weingeistfl.	10,24	„ „	10,58
		Mit H beladen	6,86
17 Mai; in Luft geblieben (1,14 Volt.)	12,27	Wie links	8,25
18. Mai; in Luft geblieben	10,74	„ „	8,71
mit O beladen	14,74	Mit H beladen	7,68
21. Mai; i. Wasser gebieben	10,88	Wie links	9,50

Pt_1 (käuflicher Draht)	$Pt_1 \| Zn$	Pt_2 (wie links)	$Pt_2 \| Zn$
23. Mai; i. Wasser geblieben	10,56	Wie links	9,89
mit O beladen	18,72	Mit H beladen	8,01
24. Mai; in Luft geblieben	13,74	Wie links	8,56
25.—28 Mai „	13,08	„ „	9,29
	12,76		9,08
	11,91		9,03
	11,72		9,33

Im Zusammenhalte mit dem über das Au und Ag (§ 7 und 8) Gesagten ersieht man hieraus, dass das Pt in Bezug auf den O das Au nicht ganz erreicht und viel kräftiger wirkt als das Ag,

während in Bezug auf den H jene drei Metalle die aufsteigende Reihe bilden: Au, Ag, Pt.

Bezüglich der beigeschriebenen Voltzahlen gilt das im vorletzten Paragraphen Gesagte. Die 1,05 Volt. vom 16. Mai stimmen mit der Angabe von Hallwachs 1,03 überein (l. c.).

§ 10. Quecksilber

im Clark'schen Glase, unter destilliertem Wasser, in welches der Normalzinkdraht tauchte (die positive Elektrizität also mittels Platindrahtes zum Elektrometer geführt).

Von 4. bis 27. April wurde 15mal die Potentialdifferenz gemessen, welche anfänglich von $6\frac{1}{2}$ Skalenteilen (Doppelcentimetern) anstieg und sich schliesslich über 9 erhob, mit Schwankungen, von denen nur das Maximum 9,9 am 25. April genannt werden soll.

Nach der schon erwähnten Revision der Ladungssäule begann die Potentialdifferenz am 3. Mai mit dem hiedurch schon erklärten höheren Werte 11,8 und fiel am 31. Mai auf 10,87 (Kittler war an diesem Tage ebenso stark);

am 4. Juni erwärmten wir das Quecksilber auf nahe 40° und erhielten 11,44;

am 6. Juni war die Potentialdifferenz bei der Zimmertemperatur 16° wieder 10,82;
„ „ „ bei der Temperatur 0° (mit Eis umgeben) 11,47;
„ 7. „ nachdem das Quecksilber tags vorher gekocht worden 9,59;
„ „ „ 50 Minuten später wieder 10,02;
„ 8. „ kam die Potentialdifferenz wieder auf den Wert 10,84;
„ „ „ mit H beladen (3 Chromsäure-Elemente) 9,53;
„ 10. „ stieg die Potentialdifferenz auf . . . 10,53;
„ „ „ mit H beladen, mittels 8 Chromsäure-Elemente und $1\frac{1}{4}$ Stunde lang 8,67;
„ 11. „ stieg die Potentialdifferenz auf . . . 10,15;
„ „ „ gerade so mit O beladen (gelbliche Oxydhaut sichtbar) 11,79;

am 13. bis 15. Juni schlossen wir diese Beobachtungen mit den Werten 10,8 bis 10,6 ab.

Um die Ideen zu fixieren, mögen aus dieser Liste noch folgende Werte herausgehoben werden:

Quecksilber gekocht zeigt:	9,6 Skalenteile,	d. i. etwa der Normalwert;
in gewöhnl. Zustande:	10,8 „	d. h. es hat O aus dem Wasser angezogen;
mit O künstlich beladen:	11,8 „	diesen Ueberschuss gibt es wieder ab;
mit H beladen:	8,7 „	dieses Gas geht bald wieder fort.

In Bezug auf den O stehen die vier Metalle in der Reihenfolge

Au, Pt, Ag, Hg;

in Bezug auf den H dagegen

Pt, Ag, Hg und Au nahe gleich.

§ 11. Aichung unseres Elektrometers (sammt Ladungssäule).

Vom 16. Mai ab wurde fast täglich auch das Kittler'sche Normal-Element gemessen. Es ergaben sich anfangs hiebei

nahe 11 Doppelcentimeter als zweiseitiger Ausschlag, welche im Juni auf $10\frac{1}{2}$ sich minderten. Ob an dieser Minderung die höher gewordene Temperatur oder eine Abschwächung der Ladungssäule schuldträgt, kann vorläufig noch nicht näher angegeben werden.

Rechnet man den Kittler zu 1,2 Volt., so kann also 1 Doppelcentimeter solchen Ausschlages als 0,11 Volt. ungefähr angenommen werden.

Einigermassen kann die vorhin geäusserte Frage doch noch beleuchtet werden durch die Messungen, die wir seit dem Anfange des Juni mit einem von uns einstweilen als hypothetisches Normal bezeichneten Elemente anstellen, nemlich mit:

Oxydiertes Eisen | Destilliertes Wasser | Oxydiertes Zink,

die Metalle in der angegebenen Drahtform, das Wasser unter Luftabschluss seit einem Vierteljahre. Dasselbe gab

3,6 bis 3,5 (zuletzt)

Doppelcentimeter, scheint sich also jetzt konstanter zu verhalten als das Kittler'sche Normal, welches jeweils mit zwei frischen Flüssigkeiten von der vorschriftsmässigen Zusammensetzung gefüllt und dessen Zink auch zuweilen frisch amalgamiert wurde.

Nehmen wir aus der vierten Doppelkolonne des § 2 den Wert $+4$ für das Eisen und aus den beiden Doppelkolonnen des § 6 den Wert $+\frac{1}{2}$ für das genannte Zink, wo beide mit dem (jeweils geputzten) „Normalzink" beziehungsweise zu einem Doppelelemente verbunden waren, so erhalten wir auch die in den letzten Tagen gemessene Potentialdifferenz

$3\frac{1}{2}$.

Weitere Prüfung der Constanz dieses Doppelelementes behalten wir uns vor.

§ 12. Ergebnisse.

Unedle Metalle: 1) Die Politur erhöht den Potentialwert, schützt also mehr vor der Oxydation als die rauhe Fläche.

2) Durch die Oxydation wird die Oberfläche im vorigen Sinne rauher, der Oxydationsprocess energischer, der Potentialwert erniedrigt.

3) Bei einer gewissen Stärke der Oxydhaut wirkt diese letztere auch als Schutzmittel gegen die weitere Oxydation, der Potentialwert wird erhöht und überschreitet sogar nicht unbeträchtlich den in 1) besprochenen Anfangswert.

Edle Metalle: Dieselben nehmen O durch Adhäsion und Condensation auf; sonst würden sie sich in der Flüssigkeit elektrisch indifferent erweisen, d. h. das Potential der Flüssigkeit annehmen. Vermöge jener Eigenschaft aber erhalten auch sie, wie die unedlen Metalle, ein negatives Potential, das allerdings, vom Zeichen abgesehen, viel kleiner ist als bei den unedlen Metallen.

Es mag zur leichteren Uebersicht erlaubt und zweckmässig erscheinen, dies in einstweiligen runden Zahlen darzustellen

Ag	Au	Pt	Hg	Cu[1])	Fe	Pb	Zn
$11\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{3}$	$10\frac{1}{3}$	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{3}$	$2\frac{1}{2}$	0

wobei die Reihe der chemischen Elemente die „Spannungsreihe“ der physikalischen Lehrbücher darstellt. Die beigesetzten Zahlen bedeuten Doppelcentimeter wie in den Tabellen unserer Abhandlung, welche gemäss § 11 je 0,11 Volt. darstellen.

Die Zahlen der edlen Metalle gelten für den geglühten Zustand; im Wasser steigt deren Potential durch Aufnahme

1) Bei neueren Untersuchungen, über die wir uns das Weitere vorbehalten, hat sich gezeigt, dass auch das Cu, wenn es geglüht und sofort poliert und untersucht wird, O aufnimmt und kondensiert.

von O; sind sie dagegen vorher künstlich mit O beladen worden, so geben sie im Doppelelemente O ab, beziehungsweise nehmen H auf und das Potential wird positiv.

Durch H-Beladung dagegen wird das Metall gieriger nach O, so dass dessen Potential sinkt, dem Potentialwerte des Zn sich nähert.

Die Gier nach O macht negativ, das Gegenteil positiv.

Um diese negative Natur der Potentialwerte der Metalle in der Flüssigkeit auch in der obigen Reihe hervortreten zu lassen, darf man nur den Nullpunkt des Pegels verrücken und wir wollen uns zu diesem Zwecke ein Ag denken, welches O weder annähme noch abgäbe und den Potentialwert desselben gegen das polierte Zn gleich + 12 in der obigen Reihe hätte. Zieht man also die Zahl 12 von den acht Zahlen der vorigen Reihe ab, und erweitert man dieselbe noch mit den aus den §§ 7 bis 10 entnehmbaren Werten für die mit O und H beladenen Edelmetalle, so kommt:

Au,O	Pt,O	Ag,O	Hg,O	Ag	Au	Pt	Ag,H
$+8$	$+6\frac{3}{4}$	$+1\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{3}{4}$	$-1\frac{2}{3}$	$-1\frac{2}{3}$	$-2\frac{1}{4}$
Au,H	Hg	Cu	Hg,H	Pt,H	Fe	Pb	Zn
$-2\frac{1}{2}$	$-2\frac{1}{2}$	$-2\frac{1}{2}$	$-3\frac{1}{4}$	$-5\frac{1}{4}$	$-6\frac{2}{3}$	$-9\frac{1}{2}$	-12.

Wegen der weiteren Ergebnisse darf auf die am Ende der einzelnen Paragraphe geschehenen Diskussionen hingewiesen werden.

Nachtrag bei der Korrektur: Zum Vergleiche unserer Reihe Seite 218 mit der von Hankel (Pogg. Ann. Bd. 126 und 131) angegebenen lassen wir diese noch folgen, so dass die Namen nach unserer Reihenfolge, die Zahlen aber nach Hankel angegeben sind:

Ag	Au	Pt	Hg	Cu	Fe	Pb	Zn
118	110	123	81	100	84	44	0.

Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottnang.

Von Dr. C. W. v. Gümbel.

(Eingelaufen 2. Juli.)

Erster Theil.

Zwischen dem Nordfusse der Alpen und den nördlich der Donau ansteigenden Gebirgen — dem schwäbisch-fränkischen Jura und dem ostbayerischen Urgebirge — breitet sich eine verhältnissmässig abgeflachte, ebene oder hügelige, nur in dem südlicheren Theile bis zu ansehnlichen Bergen sich erhebende, weitausgedehnte Landschaft aus, welche man im grossen Ganzen als das Flachlandgebiet der mittleren Donau und ihrer südlichen Nebenflüsse auffassen kann.

Man pflegt dieses grosse vertiefte Alpenvorland gemeinhin als bayerisch-schwäbische Hochebene zu bezeichnen. Es scheint jedoch den natürlichen Verhältnissen besser zu entsprechen, für dasselbe die Benennung oberes Donaubecken zu verwenden.

Dieses Voralpenland bildet einen Theil jener grossartigen dem Hochgebirge nördlich angeschlossenen Eintiefung, welche im Osten erst an der Einengung zwischen dem Urgebirgsvorsprung bei St. Pölten und den Alpenvorbergen des Wiener Waldes, gegen Westen hin aber endlich da einen näheren Abschluss erhält, wo das Juragebirge und die jurassischen Ausläufer der Alpen am Genfer See sich begegnen.

Dieses nördliche Vorland der Alpen wird so ausschliesslich von tertiären — allerdings auf ausgedehnten Strecken

noch von jüngeren quartären Ablagerungen vielfach bedeckten und verhüllten — Schichten der oligocänen, miocänen und vielleicht auch noch der pliocänen Zeit ausgefüllt, dass man dieses stark eingetiefte Gebiet mit Recht als grosses Tertiärbecken betrachten kann.

Ueber die östlich näher abgrenzende Enge bei St. Pölten hinaus setzt dieses Tertiärgebiet in dem wieder erweiterten Tullner Becken fort und steht dadurch mit dem jenseits nördlich der Donau zwischen Urgebirge und Manhardsberg eingebuchteten sog. Horner Becken, welches man auch als den ausseralpinen Theil des Wiener Beckens zu betrachten pflegt, in mittelbarer Verbindung.

Durch dieses wird zugleich eine weitere Beziehung zu dem eigentlichen oder alpinen Wiener Becken und den tieferen SO. europäischen Tertiärterritorien vermittelt.

Auch westwärts über den Genfer See hinaus findet ein direkter Anschluss an die nur eine tiefer gelegene Stufe bildende, gleichfalls tertiäre Bucht der Rhone statt. Es vollzieht sich daher innerhalb des engeren oberen Donaubeckens eine geologisch wichtige Scheidung zwischen dem ferneren Osten und Westen. Der eben geschilderte Zusammenhang unseres Gebietes mit diesem Osten und Westen lässt schon von vorherein vermuthen, dass sich in dem zwischen beiden liegenden oberen Donaubecken Anklänge nach beiden Richtungen hin bemerkbar machen werden.

Dieser Umstand ist es in erster Linie, welcher den Tertiärbildungen unseres Gebiets ein ganz besonderes Interesse verleiht, auch wenn wir von der gewiss bemerkenswerthen Thatsache ganz absehen, dass dieses Becken sich durch die Mannigfaltigkeit der hier vorkommenden Tertiärablagerung und durch die fast ununterbrochene Schichtenaufeinanderfolge von den Eocänbildungen an bis zu den pliocänen Sedimenten auszeichnet.

Ein nicht geringeres Interesse knüpft sich auch an die topographische Stellung, welche dieses mitteldanubische Alpenvorland dadurch gewinnt, dass dasselbe die oberste höchste Stufe der in mehrfachen tieferen Einzelnbecken sich absenkenden Donautiefländer einnimmt und eine geologisch alte Hauptwasserscheide zwischen einem Ost- und Westwasserabfluss zur Tertiärzeit in sich schliesst. Es ist eine wichtige Aufgabe, durch die Schilderungen der geologischen Verhältnisse klar zu legen, wie und wann sich die Scheidung der Wasserrinnsale zwischen dem Donau-, dem Rhein- und dem Rhone-Becken in diesem höchst gelegenen Theil der grossen Voralpeneintiefung nach seiner Trockenlegung vollzogen hat, wobei noch ganz besonders bemerkenswerth erscheint, dass nur der eine, nämlich der den Alpen angeschlossene Rand des Beckens mit den hier abgesetzten Schichten von den grossartigen Bewegungen noch miterfasst wurde, welche die Alpenkette selbst in so gewaltiger Weise aufgerichtet und zusammengefaltet hat.

Es sind demnach sowohl rein geologische, wie topographische Verhältnisse, welche der genaueren Untersuchung der hier zur Ablagerung gelangten Schichten, insbesondere der jüngeren Tertiärgebilde ein erhöhtes Interesse verleihen.

Einige allgemeine Bemerkungen über das Vorkommen dieser Tertiärgebilde überhaupt dürften zur Orientirung und als Einleitung in die späteren speziellen Schilderungen hier eine passende Stelle finden.

Die älteren Tertiärschichten sind im oberen Donaubecken nur am eigentlichen Alpenrande bekannt, wo sie in gleicher Weise, wie die noch älteren mesolithischen Ablagerungen von den das Hochgebirge zusammenfaltenden Bewegungen mit ergriffen worden sind. Das gilt sowohl von den alteocänen Nummulitenschichten, welche Zeitäquivalente des Pariser Grobkalks sind, und von den Repräsentanten der Bartonstufe, welchen die sandigen Absätze

von Reit im Winkel und von Reichenhall entsprechen, wie von dem altoligocänen Flysch, welcher in einem fast ununterbrochen fortlaufenden hohen Vorgebirge zumeist den Rand und den Abschluss der Kalkalpen überhaupt ausmacht. Zunächst an dem Hochgebirgsrand angelehnt nimmt die grösstentheils schon ausserhalb der eigentlichen Alpen ausgebreitete, aber ihnen eng angeschlossene, stark zusammengefaltete mittel- und oberoligocäne Molasse, welche in den tieferen Lagen eine marine Fauna (untere Meeresmolasse), in den jüngeren Schichten aber eine brackische und zum Theil limnische Fauna (Cyrenenschichten und untere Süsswassermolasse) beherbergt, ihre Stelle ein. Auch die nächst jüngeren Ablagerungen, welche bereits der miocänen Schichtenreihe angehören, sind noch von den grossartigen Bewegungen des Hochgebirgs theilweise wenigstens betroffen worden. Wir werden später eingehender ausführen, dass diese Schichtenstörungen sich jedoch ausschliesslich auf denjenigen Theil der miocänen Ablagerungen beschränken, welche sich den oligocänen Bildungen direkt anschliessen und an dem südlichen, den Alpen benachbarten Rande des Beckens vorkommen.

Am gegenüberstehenden Fusse des schwäbisch-fränkischen Jura und des bayerisch-oberösterreichischen Urgebirgs dagegen liegen die gleichalterigen Schichten horizontal ausgebreitet und es ist hier kein Grund zur Annahme gegeben, dass sie irgend eine wesentliche Verrückung in ihrer Lage seit der Zeit ihres Absatzes erlitten haben.

Die ältesten, am Nordalpenrande bekannten Tertiärgebilde, welche Zeitäquivalente des Pariser Grubkalks, in den tiefsten Lagen vielleicht von noch etwas höherem Alter sind, erreichen, soweit sich dies an ihrem jetzigen, durch spätere Zerstörungen freilich vielfach reducirtem Vorkommen erkennen lässt, das Maximum ihrer Entwicklung im Westen. Oestlich vom Rhein begegnen wir nur mehr

einzelnen, in tieferen Einschnitten und Ausbuchtungen erhaltenen Resten derselben, wie bei Dornbirn, am Grünten, im Isarthale bei Tölz, im Innthale bei Rosenheim, im Trannthale bei Eisenerz, am Kressenberge und am Fusse des Untersberges bei Reichenhall. Noch weiter nach Osten tauchen nur mehr einige wenige Schollen, z. B. die von Salzburg, bei Mattsee und im Gschliefgraben bis zu Tag empor.

Nach dem Wiener Wald zu verlieren sich auch diese Spuren fast gänzlich. Wir müssen aus diesen Vorkommnissen schliessen, dass das Nummulitenmeer seine Hauptausbreitung im Westen besass und ostwärts sich beträchtlich verschmälerte.

Ganz ähnlich verhält es sich in Bezug auf die nächst jüngeren obereocänen Ablagerungen, welche in der Schweiz z. B. an den Diablerets noch so reich entwickelt, im Osten nur in abgerissenen Fetzen und Resten bekannt sind und in östlicher Richtung wohl schon am Fusse des Untersberges bereits ihre Endschaft erreicht haben.

Ganz anderen Verhältnissen dagegen begegnen wir bei dem Flysch, dessen Schichtencomplex der Hauptsache nach zur Unteroligän-Stufe vom Alter der Ablagerungen des Gypses vom Mt. Martre gerechnet wird, wohl aber auch vielfach altcretacische Gesteinsbildungen mit in sich fasst.[1]) Derselbe zieht in einer fast ununterbrochenen Zone steil aufgerich-

1) Die Flyschfrage sieht noch einer endgültigen Entscheidung entgegen. Wenn hier der Flysch der Hauptsache nach entsprechend der Auffassung der Schweizer Geologen als zum Unteroligocän gehörig aufgefasst wird, so liegt dies in dem Umstande, dass innerhalb seines Verlaufs durch die bayerischen Voralpen nirgendwo Anhaltspunkte für seine Zutheilung zu irgend einem älteren Schichtencomplexe sich gewinnen liessen und daher die Verhältnisse in der Schweiz als massgebend angesehen werden mussten, obwohl auch hier der innige Verband des Flysches mit den übrigen Kalkalpengliedern eher zu Gunsten einer Zutheilung zu den älteren Sekundärgebilden sprechen würde.

teter, oft stark zusammengefalteter, meist dünn geschichteter Mergelgesteine, welche sich nur an einzelnen Stellen auf mehrere parallele Streifen zertheilen, in auffallender Gleichartigkeit der Gesteinsausbildung von den Savoyer Alpen bis in die Karpathen hinein. Dass dieser Flysch eine Ablagerung aus demselben unterbrochen fortlaufenden Meere sei, ist nicht zweifelhaft. Es lässt sich aus seiner eigenthümlichen Gesteinsbeschaffenheit ausserdem schliessen, dass er in der Nähe des Festlandes in einem relativen schmalen Meeresbecken, für welches wir z. B. eine Analogie in der norwegischen Rinne besitzen, abgesetzt wurde. Um so auffallender erscheint es, dass am Rande der Schweizer Jurakette, am Fusse der schwäbisch-fränkischen Alb und des östlichen Vorgebirgs nirgends auch nur eine Spur einer Flyschbildung zu finden ist. Alle diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass zur Flyschzeit das Meer in gleicher Weise wie während der ganzen Eocänperiode nicht bis zu den gegenwärtigen Rändern der den Alpen gegenüberstehenden Gebirge gereicht hat.

Der Flysch schliesst sich in seinem Gesammtverhalten weit enger an die Nummulitenschichten als an irgend eine der anderen Tertiärbildungen an und würde, bloss nach seinem Vorkommen am Nordrande der Alpen beurtheilt, naturgemäss wenigstens eher als ein Glied der älteren Tertiärabtheilung als ein solches der jüngeren Schichtenreihe aufzufassen sein.

Zwischen dem Flysch und den nächstjüngeren Sedimentbildungen fehlt es in unserem Gebiete an jeder direkten Vermittelung. Während der Flysch noch als ein eigentliches Glied der Kalkalpenkette betrachtet werden muss und den Kalkalpen als hochaufragender Randrücken nach Aussen zum Abschlusse dient, beginnen die ältesten Molasseschichten — mit wenigen Ausnahmen — erst ausserhalb des Hochgebirgs in meist beträchtlich tieferem Niveau an

dessen Fuss sich anzulegen. Man kennt längs dem ganzen Rande unserer Alpen keine Entblössung, in welcher ein unmittelbarer Anschluss der Molasse an Flysch oder eine Continuität der Schichtenfolge zwischen beiden Gebilden zu beobachten wäre. Wird ferner in Betracht gezogen, dass, während der Flysch vom Genfer See an bis zum Wiener Becken und weiter hin einen fast ununterbrochenen Zug ausmacht, während die älteste Meeresmolasse und die ihr folgende Brackwassermolasse (Cyrenenschichten), welche im mittleren Theil des südbayerischen Gebiets so grossartig entwickelt sind, im Osten schon jenseits der Salzach fehlen und auch westwärts bereits in einem Theile Südbayerns gegen das Allgäu zu in eine Facies von vorherrschend aus grossen Ueberfluthungen entstandenen Ablagerungen und von Absätzen aus süssem Wasser übergehen, so muss man daraus den Schluss ziehen, dass zwischen der Bildungszeit des Flyschs und der unteren Meeresmolasse beträchtliche Bewegungen und Aenderungen im Stande wie in der Vertheilung der damaligen Meere und in der Begrenzung der Wasserbecken stattgefunden haben.

Das ältere Molassemeer hatte sich von dem östlichen Alpenrande ganz zurückgezogen. Denn hier fehlen alle älteren Molasseablagerungen, von denen man doch wohl nicht annehmen kann, dass sie durch spätere Abwaschungen wieder völlig zerstört worden seien. Dies geht aus der Thatsache ohne Weiteres hervor, dass die älteren Molasseschichten etwa von Miesbach weg ostwärts immer mehr sich verschmälern, im Prienthale bereits sehr reducirt und im Traunthale fast schon dem Auskeilen nahe sind, also nach Osten zu ganz allmählig, aber stetig abnehmen, um endlich ganz zu verschwinden.

Nach der Schweiz zu verwandelt sich der ganze mächtige Schichtencomplex der unteren Meeresmolasse des bayerischen Vorlandes und der Cyrenenschichten in die Ablager-

ungen eines nahezu vollständig ausgesüssten Wasserbeckens und nur an ganz vereinzelten Stellen lassen sich hier am Alpenrande schwache Spuren der Fortsetzung mariner Bildungen in einem, wie es scheint, sehr schmalen Meerestheile am Thunersee und vielleicht bei Bollingen erkennen, während am Fusse des Juragebirgs vom Rheinthale aus ein Meeresarm zur mittleren und oberen Oligoeänzeit vom Baselland her bis Pruntrut und Delsberg sich erstreckte.

Es ist kaum eine andere Auffassung zulässig, als dass das gesalzene Wasser, aus welchem die an Meeresthierresten reichen Niederschläge der älteren Molasse erfolgten, zwischen Traun und Iller einen nach der Flyschcatastrophe zurückgebliebenen, nicht tiefen Meerestümpel bildete, der, wie sich vermuthen lässt, westwärts durch eine Barre abgeschlossen war. Aus demselben schlugen sich zuerst die Schichten der unteren Meeresmolasse nieder. Indem dann das Salzwasser durch einmündende Flüsse nach und nach brachische Beschaffenheit annahm, gelangten in dem seichten, auf grosse Strecken selbst in Sumpf und Moor übergehenden See die vielfach mit Kohlenflötzen und Süsswasserkalkbänken (Stinkkalk) wechsellagernden Schichten der brackischen Molasse oder der Cyrenenmergel der oberoligocänen Stufe zum Absatze, während westwärts von der Barre bereits eine vollständige Aussüssung eingetreten war. Diese Einschränkung einer brackischen Entwicklung der oberoligocänen Ablagerungen auf den mittleren Theil des bayerischen Antheils an dem Molassegebiet ist desshalb besonders bemerkenswerth, weil das längere Verweilen von salzigem oder halbsalzigem Wasser in dieser Gegend auf einen relativ tief gelegenen Theil der damaligen Wasseranstauung hinzuweisen scheint, während doch in der That hier die relativ am höchsten gelegene östlichste Ausbuchtung des Molassemeers gesucht werden muss. In diesem Theile des Molassegebiets ist auch eine ziemlich scharfe Scheidung zwischen den brackischen

oligocänen und der nächstjüngeren oberen, bereits miocänen Meeresmolasse wahrzunehmen. Dies macht sich westwärts minder deutlich bemerkbar, wo, wie im Wirtachtobel bei Bregenz, Süsswasserschichten selbst mit Pechkohlenflötzen auch noch höher in Zwischenlagen und wechselnd mit oberer Meeresmolasse angetroffen werden. Da am ganzen Südrande des schwäbisch-fränkischen Juragebirgs, wie weiterhin nach Osten an jenem des bayerisch-österreichischen Urgebirges alle Spuren oberoligocäner Molasse fehlen und die ältesten hier bis jetzt aufgefundenen Tertiärablagerungen aus Landschneckenkalken oder ihnen im Alter nahestehenden Schichten bestehen, so müssen die Ufer des oberoligocänen Sees nach Norden eine ganz andere Begrenzung gehabt haben, als die ist, welche sich nach dem Verlaufe der gegenwärtigen Ränder der oberen Donauhochebene ziehen lässt.

Es ist zu vermuthen, dass damals die Jurakalkschichten und die krystallinischen Gesteine viel weiter südwärts sich ausgedehnt haben, als bis zu dem steilen Abbruchsrande, mit welchem sie jetzt an der Donau enden.

Hiermit sind wir an der Erörterung einer der schwierigsten Fragen in Bezug auf die weitere Ausbildung der Tertiärschichten im oberen Donaugebiete angelangt, welche ihren Schatten auch weiterhin nach Osten wirft. Indem man nämlich den Aufbau der Tertiärgebilde weiter nach aufwärts verfolgt, begegnet man zunächst einer Reihe schwierig zu erklärender Verhältnisse, welche sich erst mit dem Erscheinen gewisser jüngerer Meeresablagerungen, über deren geologische Stellung auf keiner Seite ein Zweifel besteht, aufzuhellen beginnen. Es betrifft dies die Zwischenbildung, welche zwischen den oberoligocänen Cyrenenschichten oder im Westen zwischen den tieferen Lagen der unteren Südwassermolasse und der mittelmiocänen Meeresmolasse eingelagert ist, d. h. die Gesteinsreihe, welcher ein untermiocänes Alter zuzuschreiben wäre.

In der Schweiz hat Heer unter der Bezeichnung graue Molasse oder untere Braunkohlenbildung eine Reihe von Gesteinsschichten, namentlich jene des hohen Rhonen, von Poudèze und Monod, als aquitanisch (oberoligocän) zusammengefasst, auf welche dann sofort die Meeresmolasse der helvetischen Stufe, d. i. Schichten vom mittelmiocänen Alter gleichförmig aufliegen soll. Es würden mithin nach dieser Auffassung die untermiocänen Schichten (Langhien C. Mayer's), welche bei einer ununterbrochenen Schichtenfolge zwischen den oberoligocänen und mittelmiocänen Ablagerungen eingeschaltet sein müssten, als Aequivalente der sandigen und mergeligen Faluns von Saucats und Léognan in der Schweizer Molasse keine Vertretung besitzen. Es ist dies aber bei der ununterbrochen gleichförmigen, concordanten Lagerung der in dieser Grenzregion auf einander folgenden Schichten in hohem Grade unwahrscheinlich.

C. Mayer dagegen zählt in seiner neuesten Classification der Tertiärgebilde (1884) zwar auch wie Heer die Lignit-führende Molasse vom h. Rhonen und von Lausanne gleich den Cyrenenmergeln von Miesbach zu der aquitanischen Stufe, zieht aber einen Theil der unteren Süsswassermolasse, nämlich die graue Molasse von Bolligen, einem Orte in der Nähe von Zürich, wo ein Kieferfragment von *Palaeotherium Schinzi* H. v. Mayer gefunden wurde, zu seinem Langhien, d. h. zum Untermiocän, während er die obere Meeresmolasse und den sogenannten Muschelsandstein der Schweiz zum Helvetien d. h. Mittelmiocän rechnet.

Dabei gliedert Derselbe sein Helvetian in drei Unterstufen und zwar in absteigender Ordnung:

Helvetian III (St. Gallener Schichten) mit den Schichten bei Bern, Luzern (Löwendenkmal, Rothsee), bei St. Gallen (Martinsbrücke, Staad), welche gleichalterig mit den Tertiärablagerungen von Salles bei Bordeaux, von Serravalle-di-

Scrivia, von Pino bei Turin und dem Leitkakalke von Wien erklärt werden.

Helvetian II (Serravaller Schichten) als gelblicher Molassesandstein, welcher durch eine Menge von *Bryozoen*, *Echinodermen* und von Haifischzähnen gekennzeichnet ist, wird als Zeitäquivalent der Schichten von Gabarret und Sos (Bordeaux), von Savigné N. von Tours, vom Randen N. von Schaffhausen und von Serravalle bezeichnet.

Helvetian I (Grunder Schichten) entspricht den Ablagerungen von Bordeaux in den tieferen Lagen von Gabarret, Sos und Reimbez, ferner von Poitiers (Mirebeau), der Touraine, im Jura bei Court, am Mettenberg auf dem Plateau von Baselland, dann in Aargau, am Randen (Backzimmern, Winterlingen als sogenannter Citharinellenkalk) und wird den Schichten von Grund des Wiener Beckens im Alter gleichgestellt.

Im Allgemeinen stimmen auch die übrigen Schweizer Geologen in neueren Publicationen mit dieser Eintheilung überein. So gliedert Alph. Favre[1]) für den Canton Genf die dort freilich nur schwach vertretene Molasse in folgender Weise:

5) Oeningien, Süsswassermolasse von Oeningen (Tortonien),

4) Helvetien, obere Meeresmolasse von Bern, Freiburg und Lausanne,

3) Mayencien, untere Süsswassermolasse, Meeressand von Basel-Landschaft, graue Molasse von Lausanne,

2) Aquitanien, Lignit-führende Molasse und zwar:
   c) Lignit- und Gyps-führende Molasse am Fusse des hohen Rhonen,
   b) rothe Molasse,
   a) Sand von Rallingen am Thuner See,

1) Descript. Géol. d. Canton de Genève, 1880.

1) Tongrien, untere marine Schichten von Basel, im Berner Jura und am Mt. Salève.

Maillard[1]) beschreibt eingehender die Molasse von Lausanne und namentlich die sogenannten Neritinen-Schichten, welche nach seiner Auffassung an der oberen Grenze der aquitanischen Stufe und unter der langhischen grauen Molasse stehend, durch das Vorkommen von *Helix* cf. *Ramondi*, *Planorbis cornu* var: *solidus*, *Linmeus* cf. *subovatus* und *Neritina fluviatilis* als oberaquitanisch charakterisirt sei, so dass sich nachstehende Schichtenreihe ergeben würde:

Helvetische oder marine Molasse.

Langhische oder graue Molasse.

Aquitanische Molasse und zwar

c) mit *Neritina fluviatilis*,

b) mit Gyps,

a) mit Lignit.

Rothe Molasse.

Ueber die Molasse südlich vom Bodensee hat Gutzwiller[2]) eine sehr eingehende Beschreibung geliefert, beschränkt sich jedoch bezüglich der Gliederung auf die Unterscheidung einer oberen Süsswassermolasse, einer Meeresmolasse (Neuschersandstein von St. Gallen) und einer unteren Süsswassermolasse mit Pflanzenresten, ohne sich näher auf die Altersverhältnisse einzulassen.

Gilliéron[3]) unterscheidet in der Molasse von Vaud zu oberst:

Muschelsandstein,

subalpines Conglomerat,

Meeresmolasse,

untere Süsswassermolasse ohne Lignit (Langhien von Lausanne),

1) Notice s. l. Mollase dans le ravin de la Paudèze in Bull. soc. vaud. 1880. XVII.

2) Geologische Beschreibung i. d. 19. Lief. d. Beitr. z geol. Karte d. Schweiz.

3) Desc. géol. d. territ. de Vaud. 1885.

Süsswassermolasse mit Lignit,
Sand von Ralligen.

Kaufmann[1]) sucht eine in wesentlichen Punkten abweichende Auffassung der Altersverhältnisse der Schweizer Molasse geltend zu machen. Er geht hauptsächlich von stratographischer Grundlage aus und nimmt eine zweifache, neben einander bestehende, gleichalterige Schichtenentwicklung, nämlich eine marine und lakustre nach folgender Reihenfolge (von oben nach unten) an:

Marine Entwicklung:	**Süsswasserentwicklung:**
1) Obere Molasse:	
Berner- und Aargauer-Schichten. Subalpine Meeresmolasse. Subjurassischer Muschelsandstein. Etwas tiefer lagernd: St. Gallener-Rothsee Molasse mit *Cardium commune, Tapes helvetica, Ostrea crassissima.*	Albis- (Oeninger) Schichten.
2) Mittlere Molasse:	
Lucerner Schichten, graue Plattenmolasse, Muschelsandstein im Wechsel mit Süsswassermergel, Kalk und Pechkohle. Hierher gehörig: Seelaffen bei Staad am Bodensee, ohne *Cardium commune*, mit *Topes helvetica.*	Hohe-Rhonen- und Aarwanger-Schichten mit Blätterabdrücken und Süsswasserconchylien. *(Planorbis solidus).*
3) Untere (aquitanische) Molasse, Horwer Schichten, mit *Cardium Lucernense, C. Kaufmanni.*	Rothe Molasse mit *Cinnamomum lanceolatum, C. polymorphum, C. Scheuchzeri, C. spectabilis, Paliurus ovoideus, Zizyphus Ungeri, Smilax Weberi, Sequoia Langsdorfi.*

Bezüglich der Gleichstellung der unter 1) und 2) aufgestellten Abtheilungen mit den Ablagerungen aus anderen Gebieten spricht sich der Autor nicht näher aus.

1) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, XI, 1872.

In der schmalen, von der Schweiz aus längs dem Südrande des schweizerisch-schwäbischen Juragebirgs hin ziehenden Bucht, welche in der Periode der Zeitwende zwischen oligocänen und miocänen Ablagerungen bis in die Gegend von Donauwörth sich unzweideutig nachweisen lässt, treten die Verhältnisse dadurch klarer hervor, dass sich als älteste hier vorfindliche Tertiärbildung auf dem sehr ungleich vertieften Untergrunde stellenweise bald blätterführende Sande und Sandsteine, bald als Facies in abgeschlossenen Becken Südwasserkalke und Landschneckenkalke abgesetzt zeigen, über welchen in scharfer Scheidung dann marine Sande vom Typus der alpinen oberen Meeresmolasse stellenweis in Verbindung mit einer brackischen Ablagerung und endlich die obere Südwassermolasse oder die oberen Südwasserkalke auflagern. Der Faciesübergang von den sandigen Schichten der hier auftretenden, allerdings nur gering mächtigen unteren Süsswassermolasse in den sogenannten Landschneckenkalk ist deutlich nachweisbar. Da nun weiter diese Landschneckenkalke, wie sie namentlich bei Ulm sehr versteinerungsreich angetroffen werden, genau dieselbe Fauna der Landconchylien und der Säugethiere (unter letztezen namentlich *Microtherium Renggeri*, welches sich weitverbreitet im Rheinthale, bei St. Gérant le Puy in der Auvergne, in den oberen Schichten von Fontainebleau findet) beherbergen, wie jene im Rheinthale bei Hochheim und Weissenau, so wird dadurch auch das relative Alter dieser Gebilde ausser allen Zweifel gestellt. Es fragt sich nur, welchen marinen Ablagerungen man diese lakustren Landschneckenkalke gleichstellen soll. F. Sandberger zieht dieselben bekanntlich zum Untermiocän, während C. Mayer dieselben in die nächstältere aquitanische Stufe verweist. Wäre die letztere Auffassung richtig, so ständen wir auch hier wieder, wenn die sogenannte obere Meeresmolasse in allen ihren Schichten wirklich als mittelmiocän gelten müsste, vor

einer Unterbrechung in der Entwicklungsreihe der Tertiärablagerungen, welche sich aber auf diesem Strich ebenso wenig, wie in der Schweiz, irgendwie sonst durch geologische Verhältnisse bemerkbar macht. Oder man wäre zu der Annahme gezwungen, dass wenigstens die tiefsten Lagen der oberen Meeresmolasse stellenweise von untermiocänem Alter wären. Diese Schwierigkeiten würden allerdings verschwinden, sobald man das untermiocäne Alter des Landschneckenkalks festhielte. Die hier obwaltenden Lagerungsverhältnisse sprechen zwar für die Gleichstellung des Landschneckenkalks mit einem Theile der für denselben eintretenden unteren Südwassermolasse. Damit ist aber über das wahre Alter und die Parallelisirung mit anderen Tertiärstufen nicht entschieden. Der Landschneckenkalk bildet in den Gegenden, in welchen schon ohnehin die untere Molasse als Süsswasserablagerung vorkommt, naturgemäss nur eine Facies oder eine Fortentwicklung derselben in kleinen, von dem Hauptgebiete abgezweigten, ausgesüssten Seen. Mehr nach Osten zu, wo brackische Schichten die untere Molasse ausmachen, süsst sich das vorher brackische Wasser erst nach und nach aus und es stellt sich hier ein allmähliger Uebergang von brackischen Schichten in Blätter-führende, graue, dünngeschichtete Sandsteine ein. Aber auch wenn wir diese Continuität der Schichtenausbildung annehmen, so kann immer noch die Frage aufgeworfen werden, ob der Landschneckenkalk, abgesehen von der noch strittigen Annahme, dass er überhaupt von untermiocänem Alter ist, die ganze Untermiocänstufe oder nur einen Theil derselben repräsentire und ob nicht etwa die tieferen Lagen des schwäbischen Muschelsandsteins vom Mittelmiocän zum Untermiocän gezogen werden müsse. Diese Frage ist schwierig zu entscheiden, da bekanntlich die Fauna der Grenzschichten zwischen den beiden letzteren Stufen sehr zahlreiche gemeinsame Arten umfasst.

Was bisher über diese Verhältnisse in den Arbeiten von

B. Studer[1]), Escher v. d. Linth, Mousson, Sandberger, Mösch, Fraass, Zittel, Würtenberger, Probst, Schalch, Schill, Miller u. A. bekannt wurde, stimmt in Bezug auf die Aufeinanderfolge der Gesteinsschichten in diesem Gebiete zwar ziemlich überein, lässt aber die oben aufgestellte Frage meist unerörtert. Sandberger nimmt an, dass unmittelbar über dem Süsswasserkalke mit *Helix crepidostoma* und den obersten Lagen der unteren Süsswassermolasse die dem Mayer'schen Heltvétien zugezählte, mithin mittelmiocäne Meeresablagerung mit *Ostrea crassissima* folgt, zu welcher er auch die sogenannten Citharellen-Kalke (mit *Melanopsis citharella*) am Randen und an zahlreichen Stellen des alten Jurakalkufers der Alb in Uebereinstimmung mit K. Mayer zum unteren Helvétien rechnet. Doch stimmt die Fauna dieser Citharellen-Kalke, von welcher Mösch ein Verzeichniss der Arten giebt, nicht ganz mit jener des sogenannten Muschelsandes (Graupensand) überein, was allerdings durch die kalkige und zum Theil etwas

1) Studer, Monographie der Molasse 1825; Escher v. d. Linth, Neujahrsblatt d. naturh. Ges. in Zürich 1862; Mousson, geol. Skizze d. Umgeg. v. Baden, 1840; Sandberger, Land- und Süssw. Conchylien d. Vorwelt; Ueb. d. Gliederung d. Miocän-Sch. in schweiz. u. schwäbischen Jura (N. Jahrb. 1873, 575); Mösch, Flötzgebirge d. C. Aargau; Beiträge z. Geol. d. Schweiz, IV. 1867; Fraass, die Fauna von Steinheim, Begleitworte z. geogn. Specialk. v. Württemberg, namentlich v. Ulm 1866, Giengen 1869, Leutkirch 1882, Ravensburg 1883; Friedrichshafen 1885; Geogn. Beschr. von Württemberg etc. 1884; Zittel, Geol. Beschr. d. Umg. von Möhringen und Mösskirch; Würtenberger, d. Tertiärform. im Klettgau (Z. d. d. geol. Ges. 1870. 471); Probst, Verzeich. d. Fauna u. Flora a. d. Molasse in Oberschwaben; Beschreib. d. foss. Pflanzenr. a. d. Molasse etc. (Württ. Jahresh. 1883); Schalch, Ueb. e. Tertiärb. d. Umg. v. Schaffhausen (N. Jahrb. 1881); Schill, Ueb. Tert. u. Quartärb. a. N. Bodensee u. Hegau (Württ. Jahresh. 1859); K. Miller, d. Tertiär am Hochsträss (Württ. Jahresh. 1871, 272), D. Molassemeer a. d. Bodenseegegend 1877.

brackische Beschaffenheit des Absatzbeckens erklärt werden kann. Die Schichten, welche über dem „Graupensand" folgen, der „Pfosand" und Thon, sowie die brackischen Schichten von Kirchberg mit *Cardium sociale* etc. nebst dem noch höher aufliegenden Sylvanakalke und den diesen vertretenden Sand-, Geröll- und Thonschichten finden darnach ihre Stellung im Obermiocän.

Miller unterscheidet fünf Abtheilungen oder Phasen. wie er es bezeichnet, in absteigender Reihenfolge:

Fünfte Phase: St. Galler Schichten. Diese sind nach ihm am Alpenrande als marine Muschelsandsteine von St. Gallen (ohne Haifischzähne), am Rande der schwäbischen Alb aber als brackische Sande und Thone (Kirchberger Schichten) und als Süsswasserbildungen (mit *Helix sylvana*) der obermiocänen Zeit entwickelt. Zu dieser Abtheilung werden die das Pechkohlenflötz am Pfänder einschliessenden Schichten, dann die Molasse von Scheffau, Schüttentobel und Kempten gerechnet. Wir begegnen hier nahezu derselben früher erwähnten Auffassung, wie sie Kaufmann geltend gemacht hat.

Vierte Phase: Muschelsandsteine von Baltringen und Würenlos. Dieselbe umfasst meist als Bausteine brauchbare marine feste Sandstein-Lagen voll von Fischzähnen und von meist nur als Steinkerne erhaltenen Conchylienresten. Für diese treten im Norden die Graupensande und gegen Süden (Höhgau, Randen) Süsswassergebilde (Helicitenmergel) ein. Am Alpenrande entsprächen diesen Lagen die tiefsten Meeresschichten bei St. Gallen, die sogenannte Seelaffen bei Rorschach, die Sandsteine in den Steinbrüchen von Bregenz, bei Siebers, Harbatzhofen und bei Kempten.

Dritte Phase: Bryozoenschichten. Sie kommen stellenweise als Turritellenkalke, stellenweise als Bryozoensande und Schiefermergel vor. Eine theils in bröcklichen Kalken, theils in kalkigen Sanden ausgebildete marine Ablagerung ist besonders bei Ermingen unfern Ulm seit langer

Zeit durch ihren Reichthum an Versteinerungen bekannt geworden. Dickschalige Austern, *Pecten* und besonders *Turritellen* neben Haifischzähnen und einzelne Bryozoen sind bezeichnend für diese lokale Bildung. Sande, Sandsteine und Schiefermergel, erfüllt von *Bryozoeen*, reich an Haifischzähnen, *Balanen*, dann mit *Corbula gibba*, *Pecten substriatus*, *Terebratula grandis* und an anderen Thierüberresten bilden auf weite Strecken hin auch an anderen Orten dieses Gebirgsrandes eine leichtkenntliche Mittelstufe zwischen unteren und oberen marinen Schichten der Miocänmolasse.

Zweite Phase: Austernnagelfluh, aus groben Rollstücken zusammengesetzt, enthält zahlreiche dickschalige Austern und wird für die älteste marine Bildung am Albrande erklärt, welche in analoger Weise auch im subalpinen Zuge der Molasse im Liegenden des Muschelsandsteins sich bemerkbar macht.

Erste Phase: Citharellenschichten (mit *Melanopsis citharella*) nehmen an einzelnen Stellen — von Füntzen am Randen bis Bachzimmern — eine von den übrigen Molasseablagerungen getrennte, isolirte Stellung ein, welche eine stratographische Einreihung in die letzteren nicht gestattet. Wir können daher hier von ihrer weiteren Betrachtung absehen.

Als besonders wichtig ist aus dieser Darstellung die Unterscheidung dreier Glieder der miocänen Molasse hervorzuheben, nämlich einer unteren Austernnagelfluh, dann der Bryozoenmolasse und des Muschelsandsteins mit den Kirchbergerschichten als höhere Stufe. Dass diese obere Stufe weiter als eine gleichzeitig mit der oberen Süswassermolasse parallel laufende Bildung angenommen wird, entbehrt jedoch einer tieferen Begründung und kann nicht als gerechtfertigt erachtet werden, sobald man die Lagerungsverhältnisse sowohl am Alpenrande, wie bei Ulm und Günzburg weiter zu Rathe zieht. Es wird hierüber später ausführlicher berichtet werden.

Ehe wir weiter auf die Betrachtung der östlicher gelegenen Theile des oberen Donaubeckens übergehen, dürfte es angezeigt sein, wenigstens einen flüchtigen Blick auch auf die zwar jenseits des eigentlichen Molassegebiets im Westen liegenden, aber mit diesem doch noch in näherer Beziehung stehenden Tertiärgebilden zu werfen. Es sind dies die Tertiärablagerungen im oberen Rheinthale bei Basel und Belfort, sowie im Rhonethale jenseits des Genfer-Sees.

Bekanntlich sind an den Rändern des Rheinthales neben vereinzelten eocänen Bildungen überwiegend oligocäne Schichten abgelagert, über welchen dann stellenweise der Landschneckenkalk oder die sogenannten Cerithienkalke als z. Th. miocäne Glieder folgen. Im oberen Rheinthale finden sich nur spärliche kieselige Kalke und graue, oft Hornstein-führende Mergel am Tüllinger Berg, welche Sandberger[1]) dem Hochheimer Landschneckenkalk im Alter gleichstellt. Sonst aber fehlen typische Miocängebilde, was auf eine bereits zu jener Zeit bestandene Trennung des rheinischen und molassischen Gebiets in der Gegend von Basellandschaft hinweist.

Auch in der Umgegend von Belfort beschränken sich nach Bleicher[2]) die Tertiärgebilde auf ältere, namentlich oligocäne Ablagerungen, denen sich vielleicht noch Kalke vom Typus der Mainzer Cerithienkalke beigesellen, während Schichten von der Ausbildungsweise der Molasse gänzlich fehlen.

Nach Südwest dagegen übersteigt die Molasse die mächtige Felsenbarre bei Chambéry und breitet sich in dem Flussdreieck zwischen Rhone und Isere SO. von Lyon mächtig aus, läuft aber südwärts bei Valence zwischen La Voulte und Crest rasch in eine schmale Zunge aus. Hier fehlen

1) Land- und Süsswasser-Conchylien S. 481 u. ffd., Andreae, Beitrag z. Kenntn. d. Elsäss. Tertiär in d. Abh. z. geol. K. d. Els. II S. 315.

2) Bleicher et Fliche, Recherches s. l. terr. tert. d'Alsace etc., Bull. soc. d'hist. natur. de Colmar, 1885.

nach Fontannes[1]) Ablagerungen von sicher ermittelt untermiocänen Alter (Mayencien). Es beginnt vielmehr im Becken von Visan das jüngere Tertiär über den Kalken, welche *Cerithien* und *Helix Ramondi* enthalten und auf tongrischen Schichten mit *Cyrenen* aufliegen, mit Molasseschichten der helvetischen Stufe, in welcher Fontannes vier Glieder unterscheidet nämlich (von oben nach unten):

4) Mergel und Sande mit *Ancillaria glandiformis*, *Cardita Jouannetti*, *Pecten vindascinus*, *Rotella subsuturalis* und *Ostrea crassissima* in ihrem zweiten Niveau.

3) Sand und Sandsteine mit *Pecten Gentoni* neben *Terebratulina calathiscus*, *Cardita Michaudi*, *Amphiope perspicillata* u. A.

2) Sand und mergelige Sandsteine mit *Ostrea crassissima* in ihrem ersten Auftreten zugleich mit *Pecten amoebeus*, *P. camaretensis*, *P. diprosopus*, Fischzähnen *(Myliobates)* und *Bryozoen.*

1) Kalkige, mergelige und sandige Molasse und nach unten ein Conglomerat mit grünlichen Kieselrollstücken. Hier finden sich *Pecten praescabriusculus*, *P. subholgeri*, *P. subbenedictus*, *P. rotundatus*, *Echinolampas hemisphaericus*, *Scutella paulensis.*

Als fraglich zum Langhien gehörig führt Fontannes (p. 64 l. c.) unter den Schichten 1) noch einen grauen Mergel mit *Ostrea granensis* an. Tiefer folgen dann, wie bereits erwähnt wurde, die Süsswasserkalke mit *Helix Ramondi.*

Wir dürfen annehmen, dass die Kalke mit *Cerithien* und *Helix Ramondi* denen von Aix und in dem Bahnhofe von Dijon gleichstehen und dem Landschneckenkalke entsprechen. Man begegnet mithin auch im Rhonebecken derselben Schichtenaufeinanderfolge wie wir sie bereits an der schwäbischen Alb kennen gelernt haben und wiederum

1) Études stratigraph. VI. 1880. p. 65.

handelt es sich auch hier um die Frage der genaueren Parallelstellung der tiefsten, unmittelbar auf diesen Landschnecken- und Cerithienkalken liegenden sogenannten Molasse, welche Fontannes der helvetischen Stufe zuweist. Es muss dies hervorgehoben werden, weil, wenn die Frage beantwortet werden soll, ob die tiefste Molasse des alpinen Gebiets wirklich von mittelmiocänem (helvetischen) oder vielleicht von untermiocänem Alter (Mayencien oder Langhien) sei, die hier im Rhonethale vorkommenden Versteinerungen nicht als entscheidend angeführt werden dürfen.

Werfen wir, um neue Anhaltspunkte für die Feststellung des Alters der Schichten zu gewinnen, unsere Blicke nach Osten, so sind es zunächst jenseits der engeren Gebietsgrenze die Ablagerungen im sogenannten ausseralpinen Becken bei Horn, welche in Betracht gezogen werden können. Die tiefsten Lagen der sogenannten Horner-Schichten gelten nach fast allgemeiner Annahme als untermiocäne, wenigstens für älter, als die Schichten von Grund und als die, soweit bekannt ist, tiefsten Absätze im alpinen Theil des Wiener Becken, nämlich der Leithakalk und das Leithaconglomerat.

Die Horner-Schichten wurden von Dr. Rolle schon 1859[1]) als eine besondere, von den Schichten des eigentlichen Wiener Beckens verschiedene, ältere Tertiärentwicklung erklärt, welche er als am nächsten stehend mit den Bildungen von Saucats und Léognan, von St. Paul bei Dax, der eigentlichen Schweizer Meeresmolasse, insbesondere aber den Ablagerungen von Korod in Siebenbürgen und von Ortenburg bei Passau annahm.

E. Suess unterzog in einer klassisch gewordenen Abhandlung[2]) die Bildungen von Horn einer besonders ein-

1) Sitzungsb. d. math. natur. Cl. d. Ac. d. Wiss. in Wien. Bd. 36. Nr. 13. 1859.

2) Sitz. d. math. naturw. Cl. d. Acad. d. Wiss. in Wien. 1866. 53/54. 1. Abth. 87.

gehenden Schilderung. Er unterschied unterhalb der höheren marinen Bildungen, nämlich dem Sande von Grund, dem marinen Tegel an der Schmieda und dem Nulliporenkalk vom Mailberg (S. 138 u. ffde. l. c.):

1) Schlier, blauweisse und graue Mergel- und Sandlagen mit *Meletta sardinites*[1]), *Nautilus* neben anderen marinen Conchylien, Landpflanzen und Gypslagen.

2) Schichten von Eggenburg mit *Panopaea Menardi*,

3) Schichten von Gauderndorf im *Tellina strigosa*. Hierher werden von ihm auch die Schichten von Ortenburg in Bayern gerechnet.

4) Schichten von Loibersdorf mit *Cardium Kübecki*, *Pectunculus Fichteli*, *Mytilus Haidingeri*, *Venus umbonaria*.

5) Schichten von Molt mit *Cerithium margaritaceum*, *C. plicatum*, *Melanopsis aquensis*, *Turritella gradata*, *Murex Schoeni*, *Arca cardiiformis* als lokale tiefste, vielleicht schon oligocäne Tertiärablagerung bei Horn. An anderen vereinzelten Stellen entsprechen die sogenannten *Amphisylen*-Schiefer als unzweifelhaft oligocäne Schichten noch älteren Bildungen. Suess weist ausdrücklich auf die grosse Aehnlichkeit dieser Abtheilung mit dem oligocänen Cyrenenmergel hin, während er die Schichten von Eggenburg mit der marinen Molasse von St. Gallen in Parallele stellt und dem Schlier seine Stellung unter den Grunder Schichten anweist. Dieser sogenannte Schlier hat dann später eine aussergewöhnlich wichtige geologische Rolle für die Altersbestimmung der Tertiärbildungen sehr weit auseinander liegender Gebiete erlangt, auf die wir später zurückkommen werden.

An dieser von Suess geschaffenen Grundlage wurden

1) Es sei vorläufig schon hier bemerkt, dass gewisse *Meletta*-Schichten des Horner Beckens (bei Grüben) zwischen Loibersdorfer und Eggenburger Schichten nicht über letzteren liegen.

nachträglich allerdings mannigfache Modifikationen anzubringen versucht. Ohne auf die einzelnen Phasen hier einzugehen, verdient insbesondere die Zusammenstellung, welche Th. Fuchs[1]) 1877 gegeben hat, eine nähere Erwähnung. Derselbe fasst als Horner Schichten oder erste Mediterran-Stufe den Schichtencomplex mit *Ostrea crassissima*, *O. giengensis* und *Mytilus Haidingeri* zusammen und stellt dieselbe der oberen Meeresmolasse, der Faluns von Saucats und Léognan, dem Miocenico medico der italienischen Geologen (Serpentinsande und Aturienmergel des Mont-Ferrats) im Alter gleich.

Weiter weist er die Molter Schichten als tiefstes Glied der jüngeren sogenannten Neogenen (nichtoligocänen) Reihe zu und erklärt die übrigen von Suess unterschiedenen Abtheilungen mit Einschluss des Schliers nur als Modifikationen einer und derselben geologischen Schichtenreihe. Während in dem eigentlichen Wiener Becken, wie man bis in die neueste Zeit annahm, diese älteren Tertiärgebilde, die Schichten der ersten Mediterranstufe (Horner Schichten), bis auf schwache Spuren (Schlier bei Walbersdorf, unfern Mattersdorf in Ungarn) gänzlich fehlen und hier die Tertiärablagerungen mit der zweiten Mediterran-Stufe beginnen, breiten sich die Horner Schichten, namentlich der Schlier noch weiter in NO. Richtung in Mähren aus. Hier gesellt sich demselben ein neues höchst merkwürdiges Glied zu, über welches zuerst Rzehak[2]) ausführlichen Bericht erstattet hat. Es sind dies brackische Ablagerungen mit einer *Tapes*-ähnlichen Muschel, der *Oncophora socialis* Reh. und daher Oncophora-Schichten genannt, welche auf das genaueste mit den bereits aus der Gegend von Ulm und Günzburg erwähnten Kirchberger- oder Cardien-

1) Führer z. d. Excursionen d. d. geol. Versamml. in Wien 1887.

2) Verh. d. naturf. V. in Brünn XXII. 1883; Ders. Verh. d. k. k. Geol. R. 1880 Nr. 16; Sandberger das. 1883. 12.

Schichten übereinstimmen. Das Tertiär bei Brünn zeigt demnach folgende Zusammensetzung:

1) Zu oberst liegt — abgesehen von dem mit den übrigen Schichten in keiner direkten Verbindung stehenden Lithothamniumkalke — versteinerungsarmer mariner Tegel mit einer Fauna, die der des Badener Tegels gleichkommt, also zur zweiten Mediterran-Stufe gehört.

2) Marine Sande und Sandsteine von der Art des schwäbischen Pfohsandes werden unzweifelhaft von den homogenen, grauen Tegel der II. Mediterran-Stufe überlagert und bestehen streckenweise aus marinen, streckenweise aus brackischen, den soeben erwähnten *Oncophora*-Schichten.

Diese zwei Facies sind mithin:

a) brackisch mit *Oncophora socialis*, *Cardium moravicum*, *C. sociale*, *Unio* cf. *Eseri*, *Congeria* aff. *clavaeformis*, *Melanopsis intermedia*, *Hydrobia acuta*, *Bythinia gracilis*, *Neritina cyrtoscelis*, *Planorbis*, *Helix*, *Bryozoen* etc. Diese Ablagerungen werden für verwandt mit den Schichten von Kirchberg bei Ulm und mit gewissen Ablagerungen von Manfa und Budassa in Ungarn (nach Böckh) erklärt.

b) Marine Schichten mit *Ostrea cochlear*, *Pecten Tournali*, *Lucina miocoenica*, *S. dentata*, *Axinus sinuosus*, *Venus vindabonensis*, *V. plicata*, *Nuculina ovalis*, *Ervilia pusilla*, *Melanopsis intermedia*, *Rissoa* cf. *Zetlandica*, *Conus Dujardini*, *C.* aff. *betulinoides*, *Rissoina pusilla*, *Turritella turris*, *T. bicarinata*, *Buccinum*, *Fusus*, *Oliva*, *Cassidaria echinophora*, *Cassis Saburon*, *Murex aquitanicus*, *Ficula condita*, *Haliotis volhynica*, *Vaginella depressa*, *Dentalium Jani*, *D. mutabilis*, *Cypraea*, *Helix Larteti*, *Dendrophyllia prismatica*, Haifischzähne.

Rzehak glaubt aus dieser Liste der Versteinerungen auf ein den Grunder (Basis der II. Medit. Stufe) Schichten gleichstehendes Alter schliessen zu dürfen.

3) Schlier, theils von grauen Thonmergeln mit oft Septarien-artigen Kalksteinen, theils aus losen Sanden gebildet, besteht im Einzelnen aus:

a) Mugelsand mit *Bryozoen*, *Tellina strigosa*, *Ostrea giengensis*, *Anomia*, *Pecten*, *Turritella*, *Balanus*.

b) Schlierthone. Diese enthalten Arten von organischen Ueberresten, welche den Badener Tegel charakterisiren, zugleich vermengt in solchen, welche dem Schlier eigenthümlich sein sollen: *Buccinum subquadrangulare*, *Pecten denudatus*, *P. 12 lamellosus*, *Lucina Wolfi*, *Solenomya Doderleini*; *Vaginella* cf. *depressa*, *Brissopsis* cf. *ottnangensis*.

Arten, welche auf ein jüngeres Alter deuten, sind: *Cassidaria echinophora*, *Natica helicina*, *Pleurotoma harpula*, *Dentalium badense*, *D. tetragonum*, *Ostrea digitalina*, *O. cochlear*, *Leda nitida*, *L. clavata*, *Nucula ovalis*, *Cidaris polyacantha*, *Diadema Desori;* auch finden sich viele *Foraminiferen* in diesen Thonen vor.

c) Zu unterst liegen Mergelschiefer mit kleinen Formen von *Aturia* (nicht *A. Aturi*), *Meletta* n. sp. *(praesardinites)* und vielen *Pteropoden*; seltener kommen Arten von *Buccinum*, *Pleurotoma*, *Nucula* neben zahlreichen *Foraminiferen* vor.

In dieser Darstellung ist — abgesehen von dem Nachweis der Kirchberger Schichten — besonders bemerkenswerth, dass hier in dem Schlier viele Badener Arten angegeben werden, ferner, dass eine tiefere Mergellage mit einer eigenthümlichen Art von *Meletta (praesardinites)* aufgeführt und dass überhaupt die ganze Schichtenreihe in ein relativ hohes Niveau versetzt wird.

Im Allgemeinen wurde an der Gliederung der Tertiärgebilde nach Suess und Fuchs[1]), namentlich an ihrer Scheidung in eine erste (ältere) und zweite (jüngere) Mediterran-Stufe für Oesterreich und die ostwärts anschliessenden Gegenden

1) Tietze, Z. d. d. Geol. Ges. 36. 68; Th. Fuchs das. 37; 131.

bis in die neuere Zeit festgehalten. Erst jüngst hat sich dagegen unter den Wiener Geologen eine mit grosser Heftigkeit erörterte Streitfrage über die Berechtigung der Altersunterscheidung einer ersten und zweiten Mediterran-Stufe erhoben, welche bei den der Sache ferner Stehenden das peinliche Gefühl der Unsicherheit hervorrufen muss und es in hohem Grade erschwert, aus diesem östlichen Gebiete Vergleichpunkte zu benützen.

Dies kommt in ganz auffallender Weise bei derjenigen Bildung zur Geltung, welche unter der Bezeichnung „Schlier" zu einem der allerverbreitetsten und geologisch zuverlässigsten Orientirungshorizonte zu erheben versucht wurde, dessen nähere Inbetrachtnahme sich desshalb nicht umgehen lässt, weil dieser Schlier und namentlich die typische und namengebende Ablagerung desselben, jene von Ottnang in Oberösterreich, direkt in das höhere Donaugebiet fortsetzt und mehrfach am Rande der bayerischen Alpen bereits nachgewiesen wurde.

Die Bezeichnung Schlier stammt aus Oberösterreich, namentlich aus der Gegend von Ried, wo man einen aschbis dunkelgrauen Mergel zum Düngen der Felder in zahlreichen Gruben gewinnt. Insbesondere aber zog eine solche Mergelgrube bei Ottnang, in welcher sich sehr zahlreiche Versteinerungen, besonders *Nautilus*-Schalen mit schönem Perlmutterglanz gefunden hatten, die Aufmerksamkeit der Geologen schon frühzeitig auf diese Bildung. Ehrlich[1]) war es wohl zuerst, welcher den Namen Schlier in die Wissenschaft einführte und M. Hörnes gab bereits 1859 ein Verzeichniss von 30 Arten im Schlier von Ottnang vorkommender Versteinerungen an, welche er im Allgemeinen am meisten mit denen des Badener Tegels übereinstimmend erklärte, jedoch als eine eigenthümliche Facies der Wiener Fauna bezeichnete. Als

1) Geogn. Wanderung im Gebiet d. NO. Alpen 1852. S. 72.

bestimmt auszuscheidendes Glied zunächst der Wiener Tertiärgebilde wurde dieser Mergel auf Grund der von M. Hörnes gelieferten paläontologischen Bestimmungen erst von E. Suess in der schon erwähnten Abhandlung erhoben und als oberstes oder Schlussglied der ersten Mediterran-Stufe, welche unmittelbar unter den Grunder-Schichten ihre Stellung findet, bezeichnet. Hierbei sind die Schichten bei St. Peter und Haag an der Enns mit Schuppen von *Meletta sardinites*, dann mit einem *Nautilus*, mit *Marginella auris leporis* und *Solenomya Doderleini* unter Hinweis auf den Schlier von Ottnang mit letzterem der Stellung nach identificirt und unter der verallgemeinerten Bezeichnung Schlier als geologischer Horizont in die Wissenschaft eingeführt worden.

Seit dieser Zeit wurde nun diesem Schlier eine ungemein wichtige geologische Rolle zugetheilt und zwar nicht bloss in Bezug auf die österreichischen Vorkommnisse, sondern auch durch die Gleichstellung gewisser Schichten mit dem Schlier von Ottnang in Bezug auf sehr ausgedehnte Gebiete in ganz Südeuropa. Noch in seiner neuesten Klassifikation der Tertiärgebilde (August 1884) stellt K. Mayer den „Schlier von Oesterreich" in die obere Abtheilung seiner Langhien-Stufe. Sandberger bezeichnet ihn gleichfalls als untermiocän und Th. Fuchs führt an, dass er zur ersten Mediterran-Stufe gehöre. Eine Reihe der hauptsächlich mit Untersuchungen über Tertiärablagerungen sich befassenden Geologen folgt dieser Annahme.

Als zu dieser Schlierstufe gehörig werden nun unter vielen anderen Ablagerungen[1]) angegeben: der karpathische Salzthon (Wieliczka), die Schichten bei Radoboy in Ungarn (Szilágyèr Comitat), in der Steyermark, bei Bologna, Ancona und längs dem Ostrande der Apenninen-Kette bis Serra-

1) Suess, D. Antlitz der Erde I S. 397 u. ffd.

valle, in der Nähe von Turin, bei Vonce NO. von Nizza, auf Sicilien bei Messina und selbst auf Malta. Man will sogar auch in Lycien und in Persien Schlier wieder erkannt haben.

So interessant auch diese in grosser Entfernung von dem eigentlichen Fundpunkt des typischen Schliers zu Ottnang entdeckten Vorkommnisse immerhin sein mögen, so bieten doch die näher gelegenen Vorkommnisse innerhalb des gleichen Verbreitungsgebietes der Tertiärschichten an der oberen Donau und innerhalb der analog ausgebildeten Tertiärreihe in Ober- und Niederbayern nicht weniger lehrreiche Vergleichsmomente.

Es war mir gelungen, im Westen von Ottnang, am Fusse der Alpen bei Traunstein[1]) Schichten mit organischen Einschlüssen zu entdecken, welche paläontologisch und lithologisch ganz unzweifelhaft mit der typischen Ablagerung von Ottnang identisch sind und gleichsam deren westliche Fortsetzung ausmachen. In Verfolgung dieser Vorkommnisse konnte ich noch an mehreren anderen Stellen nicht bloss am Alpenrande zu Prien am Chiemsee, sondern auch an dem gegenüberliegenden Urgebirgsrande in der Nähe von Passau und Ortenburg, bei Tettenweis im Dorfe Ottenberg und an mehreren Orten zwischen Pfarrkirchen und Griesbach unfern Passau dem nach der Gesteinsbeschaffenheit und nach den organischen Einschlüssen mit dem Ottnanger Schlier vollkommen übereinstimmenden Mergel nachweisen.

Dabei ergaben sich aber Lagerungsbeziehungen zu der zunächst angeschlossenen sogenannten oberen Meeresmolasse und der oberen sogenannten Süsswassermolasse, welche mit den bisher angenommenen Altersverhältnissen des Schliers nicht in Uebereinstimmung zu stehen schienen und es mir für die geologische Kartirung des auf Bayern

1) v. Gümbel, D. geogn. Durchforsch. Bayerns, 1877 S. 70.

treffenden Antheils an dem oberdanubischen Tertiärgebiete nothwendig erscheinen liessen, über die Lagerungsverhältnisse des typischen Schliers von Ottnang soweit thunlich Klarheit zu verschaffen. Es stellte sich dies um so dringlicher heraus, als in neuerer Zeit bekanntlich auch in den österreichischen, weiter ostwärts liegenden Gebieten mehrfach Zweifel über die Stellung der dort dem Schlier gleichgestellten Schichten laut geworden sind.

Es liegt schon an sich in der Natur der Sache, dass bei dieser Gleichstellung öfter unrichtige Annahmen gemacht worden sind, indem man zu einseitiges Gewicht eines Theils auf die petrographische Aehnlichkeit der Gesteinsschichten, anderen Theils auf das Vorkommen einzelner Versteinerungen gelegt hat, welche entweder mit schwierig zu unterscheidenden, nahestehenden Arten verwechselt worden sind, oder auch durch die ganze Reihe oder einen grossen Theil der im Alter zunächst stehenden Tertiärschichten hindurchgehen. So ist schon Hilber[1]) auf Grund seiner Untersuchungen der ostgalizischen Gypslagerstätten zu dem Ergebnisse geführt worden, dass der dortige sogenannte Schlier über Schichten der zweiten Mediterranstufe auftrete und sicher der unteren, vielleicht selbst der oberen Abtheilung der zweiten Mediterranstufe angehöre, und dass das, was man überhaupt als Schlier zu bezeichnen pflege, verschiedenen Abtheilungen der ersten und zweiten Mediterranstufe entspreche.

Auch Manzoni's[2]) Schilderungen des Schliers von Bologna deuten dadurch auf eine Unsicherung über dessen Stellung zu den übrigen Tertiärschichten hin, dass dieser Geologe den sogenannten Schlier zuerst über die sogenannte Quarzmolasse (Grunder Schichten) und die Ancillarienmergel (Tortoniano), später aber unter dieselbe eingereiht hat.

1) Verh. d. k. k. geol. Reichs. in Wien 1881, S. 130.

2) In Bolletino d. Com. geol. 1880. 510 u. Bollet. com. geol. 1881. 46.

Ebenso nimmt der calabrische Schlier, den Sequenza[1]) in die Stufe Piano Langhiano versetzt und unmittelbar auf Piano aquitaniano folgen lässt, unzweifelhaft eine höhere, als die ihm zugeschriebene Stellung ein, da die sogenannten aquitanischen Schichten durch ihre Versteinerungen sich unzweideutig als zur helvetischen, mindestens zur langhischen Stufe gehörig erweisen.

Selbst Rud. Hörnes[2]), dem wir eine eingehende Beschreibung der Versteinerungen aus dem typischen Schlier von Ottnang verdanken, sieht sich neulich, nachdem er früher diesen Schlier gleichfalls als Tegelfacies der oberen Abtheilung der ersten Mediterranstufe zugewiesen hatte, zu der Aeusserung veranlasst, es scheine ihm jetzt wahrscheinlich, dass gerade der oberösterreichische Schlier nicht der 1., sondern der 2. Mediterranstufe angehöre, und dass der Name Schlier überhaupt zur Bezeichnung einer Etage aufzugeben sei.

Es wäre vermessen, über die Stellung des Schliers von so verschiedenen Fundpunkten im Allgemeinen ein Urtheil fällen zu wollen, ohne die Verhältnisse der einzelneu Ablagerungen an Ort und Stelle kennen gelernt zu haben. Aber man wird es wohl begreiflich finden, dass ich bei dem unmittelbaren Anschlusse meines Aufnahmsgebiets an die benachbarten Vorkommnisse in Oberösterreich einen besonderen Werth darauf legen muss, in der Schlierfrage einen klaren Einblick zu gewinnen.

Es liegen nach diesen Erörterungen sowohl im Westen an der Schweizer Grenze, wie im Osten jenseits der Salzach und des Inns geologische Fragen vor, deren Beantwortung für die Beurtheilung der oberdanubischen, im bayerischen Gebiete eine grössere Ausbreitung gewinnenden Tertiärablagerung von ganz besonderer Wichtigkeit sich erweist.

1) Le formazioni Terzianie Calabria 1880.

2) Jahrb. d. geol. Reichsanst. XXV — 333 u. Verh. 1884 S. 306.

Die hier zu lösenden Probleme lassen sich in den zwei Hauptpunkten zusammenfassen:

1) Wo ist in diesem Gebiete die Grenze zwischen den oligocänen und miocänen Schichten zu ziehen und

2) welche Stellung ist dem oberösterreichisch-bayerischen Schlier zuzuweisen?

Ehe wir versuchen, diese Fragen zu beantworten, dürfte es zweckdienlich sein, vorerst kurz über die geologischen Verhältnisse zu berichten, welche in engster Beziehung zu dieser Frage stehen.

Zunächst ist es der am nördlichen Rande der bayerischen Kalkalpen fortlaufende Zug oligocäner und miocäner Molasse zwischen Bodensee und Salzach, mit dem wir uns in den Grenzschichten zwischen beiden Tertiärabtheilungen hier zu beschäftigen haben.

In meiner Schilderung der geognostischen Verhältnisse des bayerischen Alpengebirgs[1]) habe ich die zunächst der typischen oberoligocänen Cyrenenmergel auflagernden und unmittelbar unter der oberen Meeresmolasse vorkommenden, meist dünnschiefrigen, gelben Molassesandsteine mit Pflanzenresten (*Myrica salicina*, *Rhamnus Eridani*, *R. Decheni*, *Cassia phasiolites* u. A.), die sogenannten Blättermolasse, als Aequivalent des Landschneckenkalks und des tiefsten Miocäns aufgefasst. Diese Schichten sind nachweisbar von dem Südgehänge des Pfänders bei Bregenz bis zu dem letzten vollständigen Molasseaufschluss im Traunthale bei Traunstein und zwar ausnahmslos in concordanter Lagerung sowohl zu den tieferen Cyrenenmergeln wie zu der höhern unmittelbar auflagernden Meeresmolasse, aber ohne eigentliche Uebergänge zu letzterer zu verfolgen.

1) Geogn. Besch. d. bayer. Alpengeb. S. 683, 693 u. 760.

Es lässt sich daraus der Schluss ziehen, dass der Einbruch gesalzenen Wassers bei Beginn der Bildung der oberen Meeresmolasse mit einer reichen Meeresfauna in diesem Gebiete zwar rasch, aber auf eine Weise erfolgte, welche gewaltsame, dieses Gebiet berührende Katastrophen ausschliesst. Es müssen daher zu dieser Zeit anderswo geologische Ereignisse stattgefunden haben, welche dieses erneuerte Vordringen des Meeres in das nahezu vollständig ausgesüsste Becken bewirkten. Fassen wir diese Verhältnisse bloss für unser engeres Gebiet ins Auge, so wäre es entschieden naturgemässer, wie schon erwähnt wurde, die Grenze zwischen älteren oligocänen und jüngeren miocänen Tertiärablagerungen oberhalb der in dem nach und nach vollständig ausgesüssten Becken entstandenen Sedimente, der Blättermolasse, als unterhalb derselben zu ziehen, weil zwischen dem Bestande eines mit halbgesalzenem Wasser erfüllten Beckens und seiner allmähligen Aussüssung geringere Differenzen sich ergeben als zwischen dem nur durch inzwischen eingetretene geologische Katastrophen ermöglichten Uebergange einer Süsswasserbucht in eine marine. Es sind daher nur ausserhalb unseres engeren Gebiets liegende Verhältnisse, durch welche eine Zuweisung der limnischen Ablagerung der Blättermolasse zu der oberen, d. h. miocänen Tertiärabtheilung rechtfertigen könnten.

Was nun die unbezweifelt miocäne, sogenannte Meeresmolasse anbelangt, so ist zunächst darauf hinzuweisen, dass ich in der obenbezeichneten Schilderung auf die geringen und nicht überall hervortretenden, petrographischen Unterschiede, welche man in der Schweiz zwischen Meeresmolasse und Muschelsandstein machen zu müssen geglaubt hat, innerhalb des bayerischen Antheils an der Molasseverbreitung kein grosses Gewicht zu legen vermochte und mich daher für den ganzen Complex der marinen Miocänschichten des Ausdruckes „obere Meeresmolasse“

bedient habe. Selbst in der Schweiz gebraucht man in vielfach verschiedenem Sinne beide Bezeichnungen, welche oft sogar geradezu mit einander verwechselt werden. Es war mir früher (1854—1859) nicht gelungen, eine weitere scharfe Scheidung innerhalb dieser sogenannten oberen Meeresmolasse durchzuführen, obwohl ich deren Zusammensetzung aus verschiedenen übereinander liegenden Schichten-Complexen (vergl. l. c. S. 764) erkannte. Dem entsprechend rechnete ich die ganze marine Bildung ungetrennt zu einer mittleren Abtheilung des Neogen's, welche gewisse Glieder der damals von K. Mayer noch als Maynzer Stufe bezeichneten Abtheilung und der helvetischen Stufe in sich fasste. Auf diese folgend wurde damals ein geologisches Ganze, die sogenannte obere Süsswassermolasse, angenommen.

Eine wesentliche Erweiterung erlitt diese Gliederung durch die Entdeckung der Fischschiefer mit *Meletta sardinites* und zahlreichen anderen Versteinerungen im Thale bei Traunstein, worüber ich später Bericht[1]) erstattet habe. Ich stützte mich hierbei wesentlich auf die inzwischen im Wiener Becken reichlich gesammelten Erfahrungen, namentlich auf die Arbeit von E. Suess über das Horner Becken und von R. Hörnes über die Versteinerungen des Schliers von Ottnang (1875). Es konnte nämlich nunmehr der sogenannte Schlier auch innerhalb des bayerischen Gebiets nachgewiesen werden. Nach der allgemeinen Annahme, dass der Schlier der sogenannten ersten Mediterranstufe angehöre, stellte ich daher denselben mit den ihn begleitenden Gesteinsschichten nunmehr in Parallele mit den Horner- und Saucats-Schichten und verwies die theilweise höherliegenden Sande mit *Ostrea crassissima* in die helvetische Stufe (Helvetien I. K. M.).

Auch K. Mayer hat sich eingehend mit den bayerischen

1) Die geogn. Durchforschung Bayerns 1876 S. 70 u. ffd.

Tertiärablagerungen befasst, aber vorzugsweise hierbei nur die in den Münchener Sammlungen liegenden Versteinerungen zu Rathe gezogen. In seiner synchronistischen Tertiärtabelle vom Jahre 1868 finden wir bayerische Vorkommnisse auf folgende Stufen vertheilt:

1) Messinien mit der Süsswassermolasse von Günzburg.
2) Tortonien, ohne Angabe.
3) Helvetien und zwar
   a) St. Gallener Schichten: Lagen mit *Ostrea crassissima* aus dem Kaltenbach,
   b) Serrevaller Schichten: Muschelsandstein von Kempten und Molasse mit Glaukonit aus dem Kaltenbach,
   c) Grunder Schichten; keine Angabe,
4) Langhien, graue Süsswassermolasse von Immenstadt, Kempten, Auerberg, untere Süsswassermolasse von Günzburg und Kirchberg, graue marine Mergel von Prien, aus dem Kaltenbach, von Traunstein, Mähring, Mergel und Sand von Ortenburg.
5) Aquitanien, Süsswasserkalk von Thalfingen (Ulm), Cyrenenmergel von Oberbayern.

In der 1884 erschienenen Classification der Tertiärschichten sind mit Ausnahme der aquitanischen Cyrenenmergel von Miesbach keine Fundorte mit jüngeren Tertiärschichten aus Südbayern angegeben.

Am wichtigsten ist in dieser Zuweisung die Einreihung einer ziemlich beträchtlichen Anzahl von Vorkommnissen unter 4) d. h. unter die untermiocänen, bez. langhischen Schichten.

Ueber die Tertiärablagerungen an dem den Alpen gegenüberliegenden Beckenrande, am Fusse der schwäbisch-bayerischen Alb und des oberbayerischen Grenzgebirges, hat in neuerer Zeit, soweit dies den bayerischen Antheil bei Ulm und Günzburg betrifft, über welche die diesbezüglichen Resultate der bayerischen geologischen Landesaufnahme noch nicht zur Veröffentlichung gelangt sind, am eingehendsten

Sandberger[1]) Mittheilungen gemacht, in welchen eine frühere, gemeinschaftlich mit dem Verfasser entworfene Uebersicht über das Alter der Tertiärgebilde in der oberen Donau-Hochebene[2]) durch spätere Untersuchungen ergänzt und verbessert wurde. Es ist bereits im Vorausgehenden über diese Arbeiten Sandberger's berichtet worden.

Von dieser nordwestlicken Ecke des oberdanubischen Tertiärbeckens an finden sich ostwärts von Donauwörth nach meinen Untersuchungen keine marinen Tertiärablagerungen mehr an dem nördlichen Rande bis in der Gegend von Passau, wo schon aus früherer Zeit die versteinerungsreichen Ablagerungen von Ortenburg bekannt und von Dr. Egger gründlichst ausgebeutet worden sind. Letzterem unermüdlichem Forscher verdanken wir die Entdeckung zahlreicher, weiterer Tertiärfundpunkte bei Ortenburg und die Beschreibung der *Foraminiferen-* sowie der *Ostracoden*-Funde[3]) dieser Schichten.

In meiner geognostischen Beschreibung Bayerns habe ich im ersten und zweiten Bande die Lagerungsverhältnisse dieser Tertiärgebilde bei Passau-Ortenburg beschrieben und sie bezüglich ihres Alters mit den subalpinen Tertiärschichten und jenen bei Ulm in Parallele zu stellen versucht. Demnach würden sich diese Ablagerungen bei Passau in folgender Weise von oben nach unten gliedern:

1) Quarzconglomerate, Quarzgerölle und Süsswasserquarzite, welche mit den rheinischen Dinotheriumschichten verglichen werden;

---

1) Sandberger, d. Glied. der Miocän-Sch. im Schweiz.- und Schwäb.-Jura (N. Jahrb. f. M. G. u. P. 1873 S. 575). — Conchylien in der Vorzeit S. 357 u. ffd., dann § 16 u. ffd.

2) Sandberger u. Gümbel in Sitz.-Ber. der k. k. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-phys. Kl. 1858, Bd. 30, S. 212.

3) Jahrb. J. N. f. M. G. u. P. 1857 S. 266 und 1858 S. 403.

2) Braunkohlen-führende Mergel, Sand und Thonschichten, welche der subalpinen oberen Süsswassermolasse gleichgestellt worden sind;

3) brackische, sandig-mergelige Schichten, welche den Kirchberger Ablagerungen bei Ulm entsprechen und

4) Meeressande bei Ortenburg vom Alter der Horner Schichten in Oesterreich und der Maynzer Stufe K. Mayer's.

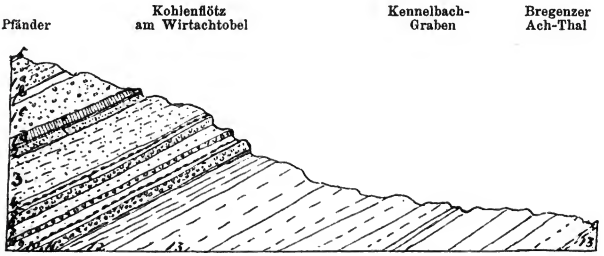
Es breiten sich zwar auch noch nördlich von dem Donaurande Tertiärablagerungen meist in Eintiefungen des Jurakalks wie in Ries, bei Georgsgemünd, Pleinfeld, Weissenburg, Eichstädt, Neuburg a. D., bei Regensburg, namentlich in der Naabthalung und an vereinzelten Stellen selbst über das Urgebirge aus, welche unzweifelhaft als Ausläufer des oberdanubischen Tertiärgebiets anzusehen sind. Sie gehören aber alle entweder der Süsswasserkalkfacies vom Alter der sogenannten Sylvanakalke oder Braunkohlen-führenden Ablagerungen vom gleichen obermiocänen Alter an und sollen hier nicht weiter in Betracht gezogen werden. Nur die eine Thatsache verdient hervorgehoben zu werden, dass in der Thalung der Naab, ziemlich entfernt von dem Gebirgsrande, über der ausgedehnten Braunkohlenbildung von Sauforst das gleiche Quarzgeröll sich ausbreitet, wie es sich in der eigentlichen Hochebene gegen Osten zu in mächtigen Ablagerungen als jüngste Tertiärbildung einstellt.

Nach dieser vorbereitenden Uebersicht über das Wissenswertheste in Bezug auf die jüngeren Tertiärablagerungen im oberen Donaugebiete Bayerns wenden wir uns nun zur näheren Darlegung der Ergebnisse, welche hier durch neuere Untersuchungen gewonnen worden sind. Dabei sollen zunächst die Ablagerungen an dem Alpenrande von Westen nach Osten und sodann jene am Südfusse des Frankenjura's und des ostbayerischen Grenzgebirgs in gleicher Richtung einer eingehenden Untersuchung unterzogen werden.

I. Die miocänen Tertiärablagerungen am nördlichen Alpenrande östlich vom Bodensee.

Den lehrreichsten Aufschluss über die zunächst in Vergleich zu ziehenden Verhältnisse der Schweizer Molasse gewinnen unsere Untersuchungen im Westen in der durch den sehr ausgedehnten Bergbau behufs der Gewinnung von Pechkohlen besonders in neuester Zeit ausgiebig aufgeschlossenen Schichtenreihe am Südgehänge des Pfänderbergs bei Bregenz (Wirtachtobel), welche, nur durch das breite Rheinthal unterbrochen, eine unmittelbare Fortsetzung der Schweizer Molasse bei Staad am Südrande des Bodensees bildet und weiter in das bayerische Gebiet fortsetzt.

Unterstützt von den eingehenden Mittheilungen des Herrn Markscheiders Braun und den Untersuchungen des Prof. Mayer lässt sich über die hier in verschiedenen Wasserrissen (Tobeln) so zu sagen Schicht für Schicht aufgeschlossenen einzelnen Gesteinslagen ein fast ununterbrochenes Schichtenprofil aufstellen.



I. Profil durch die Molasseschichten von dem Bregenzer-Achthale in nördlicher Richtung bis zum Pfänder.

Der Gipfel des Pfänders und der höchste Bergrücken bestehen aus grober Nagelfluh (1ª des Profils) der oberen Süsswassermolasse, welche am Nordgehänge mit mergeligen

und sandigen Schichten mehrfach wechselt und über weite Strecken nordwärts fortsetzt. In solchen Mergelzwischenlagen finden sich nördlich vom Pfänder-Gipfel am Fusse des Buchenbergs zahlreiche Land- und Süsswasserconchylien: *Helix sylvana*, H. cf. *Larteti*, *Clausilia helvetica*, *Cyclostoma consobrinum* u. A., durch welche die Zugehörigkeit dieser Schichten zur oberen Süsswassermolasse und den Schichten der *Helix sylvana* eine erwünschte Bestätigung erhält.

Es folgen nun unterhalb des Pfändergipfels am südlichen Gehänge in vielfachem Wechsel Mergel und Sandsteinlagen, wie die höheren Schichten in St. 10 NW. einfallend (1^b—1^c). Die tiefsten dieser sandigen Lagen enthalten Blattreste (1^d des Profils.)

2[1]) Unter diesen Schichten liegt nun ein feines, glaukonitisches, zuweilen kalkiges Conglomerat (30 m.) mit spärlichen, aber deutlich erkennbaren Exemplaren von *Ostrea crassissima*. Damit beginnt in gleichförmiger Lagerung die obere Meeresmolasse, für deren jüngstes Schlussglied das letzte Auftreten der *Ostrea crassissima* in unserm Gebiete charakteristisch ist.

3) Unterlagert wird dieses Conglomerat vom wechselnden Sandstein- und Conglomeratbänken (200 m.), in welchen Versteinerungen nicht beobacntet worden sind (3 des Profils).

4) Die tiefsten Lagen dieser Reihe beherbergen ein oft nur in Andeutungen bemerkbares Pechkohlenflötzchen, in dessen Hangendem *Unionen*, *Planorbis* und *Melania* in schlecht erhaltenem Zustande vorkommen. Dasselbe Flötzchen von 0,03 m. Mächtigkeit streicht auch im Kesselbach (Grenze gegen Bayern) zwischen Brücke und Neuhaus aus. Das Liegende bilden wieder Sandsteine und Conglomerate (5 m.).

5) Harte dickgeschichtete graue Sandsteine (3 m.), in welchen vielfach Steinbrüche angelegt sind, enthalten zahlreiche Versteinerungen, besonders *Pecten opercularis*, *Cardium*

1) Diese Zahlen entsprechen den Zahlen des Profils I.

hians, *Cardita Jouannetti*, *Tapes helvetica*, *Cypricardia coralliophora*, *Thracia plicata*, *Pinna Brocchii*, *Trochus patulus* u. A.

6) Darunter folgt (20 m.) ein graues Conglomerat mit schlecht erhaltenen Conchylienresten, namentlich mit *Ostrea molassicola*, *Nautilus* spec., *Trochus patulus*, *Turritella turris* u. A.

7) Grauer, meist feinkörniger Sandstein (50 m.) geht nach unten in bräunliche Schichten über und enthält spärliche Versteinerungen: *Pholas rugosa* (in einer oberen Lage häufig), *Tapes helvetica* und Austernschalen. Im Fortstreichenden dieser Schichten liegen die grossen Sandsteinbrüche bei Bregenz.

8) Rothes, grobes, sehr festes Conglomerat (14 m.) scheint keine Versteinerungen zu enthalten.

9) Grauer Sandstein mit *Cardien*, *Pectunculus*, *Tapes*, *Trochus*, *Turritella* (25 m.) zeichnet sich durch den Reichthum an kleinen Cardien *(C. multicostatum)* besonders aus.

10) Region des Wirtachtobeler Pechkohlenflötzes besteht im Hangenden aus Mergel (2 m.) mit *Melania Escheri*, *Helix* cf. *pachystoma*, *H. osculum*, *H.* cf. *Zelli*, *Glandina inflata*, *Unio* cf. *flabellatus*, *Chara*-Samen und Pflanzenabdrücken.

Das Kohlenflötz, welches aus mehreren, oft vier Bänken, darunter 2 Hauptkohlenbänken zusammengesetzt ist, besitzt in seinen guten Theilen eine Kohlenmächtigkeit von 0,48 m. und eine Gesammtflötzöffnung von 1 m., verschwächt sich aber namentlich gegen NO. und wird endlich unbauwürdig, so dass es bei dem in neuester Zeit in grossartigster Weise wieder aufgenommenen Bergbaubetrieb mittelst schwebenden Strecken nur stellenweise abgebaut werden konnte. Der tiefe, vom Bodensee aus bei Bregenz getriebene Stollen erreichte mit der auf dem Flötze selbst getriebenen Grundstrecke eine Länge von nahezu 5 km. und schloss das Flötz mit einer flachen Pfeilerhöhe von gegen 700 m. auf. Leider hat die

Unbeständigkeit der Flötzmächtigkeit wieder zum Aufgeben dieses interessanten Bergbaus gezwungen. Das unmittelbar Liegende des Flötzes bildet Mergel oder stellenweise ein bituminöser Süsswasserkalk, sog. Stinkstein, in welchem der Stosszahn eines *Mastodon* gefunden wurde. Darunter folgt dann grauer Sandstein ohne organische Einschlüsse (10 m.). Das Streichen des Kohlenflötzes ist noch St. 4 uud das Einfallen conform mit jenem der Schichten des Pfänderberges überhaupt in St. 10 nach NW. unter 20° gerichtet.

11) Unmittelbar unter dieser kohlenführenden Region legt sich ein sehr bemerkenswerthes, grobes, z. Th. röthlich gefärbtes Conglomerat an. Dasselbe geht in der Nähe des sogenannten Wirtachtobelstollens unterhalb des Pfarrhauses von Fluh wie bei der Villa Racinsky in Bregenz, dann am Südgehänge des Gebhardsberges, an der Strasse von Bregenz nach Kennelbach, an dem Eisenbahneinschnitte bei Rieden, am Felsenthor des Wirtach- (Wirta-) Tobels und an zahlreichen anderen Stellen zu Tag aus. Darin findet sich eine grosse Anzahl z. Th. gut erhaltener, z. Th. vertrümmerter Schalen verschiedener Austernarten, namentlich *Ostrea crassissima* (tiefstes Auftreten) neben *O. virginiana*, *O. giengensis* und Fischzähne.

Nach unten wechsellagert dieses meist über 100 m. mächtige Nagelfluhconglomerat mit plattigem Sandstein und geht schliesslich in

12) grossbankige glaukonitische Sandsteinlagen über, welche nur vereinzelte Austernschalen und *Panopaea Menardi* einschliessen.

13) Unter diesen liegenden Sandsteinen folgt weiter eine Reihe grossen Theils plattiger Sandsteine von grauer und röthlicher Färbung im Wechsel mit Zwischenlagen von Mergel und mergeligen Sandsteinen, welche im Ganzen der Region der Blättermolasse der unteren (oligocänen) Süsswasserschichten entsprechen. Der Mangel an organischen Einschlüssen oder

ihre grosse Seltenheit, sowie auch die durchweg gleichförmige Lagerung erschwert hier eine schärfere Scheidung. Am Gehänge des Bregenzer Achthales fand sich bei Ebnet neben anderen Blattresten auch *Cinnamomum Scheuchzeri.*

Die in diesem mächtigen Schichtencomplexe des Pfänderberges aufgefundenen organischen Ueberreste sind nicht zahlreich genug, um ein abschliessendes Urtheil über die nähere Stellung der verschiedenen Lagen namentlich in Bezug auf die früher angeregten Fragen zu fällen. Doch lässt sich soviel mit Sicherheit entnehmen, dass über einem Complex grauer z. B. blättriger Sandsteine, welche der unteren Süsswassermolasse nach oben direkt in gleichförmiger Lagerung sich anschliessen, eine jüngere marine Schichtenreihe in ihren tiefsten Lagen mit conglomeratartigen Bänken beginnt, welche neben anderen Austernarten bereits *Ostrea crassissima* beherbergt und trotz der grossen Entfernung den tiefsten Lagen in der Hornerbucht in auffälliger Weise gleicht. Das erste Auftreten dieser Auster kennzeichnet, wie in allen weiter östlich liegenden Fundstellen, die tiefste Region der oberen Meeresmolasse.

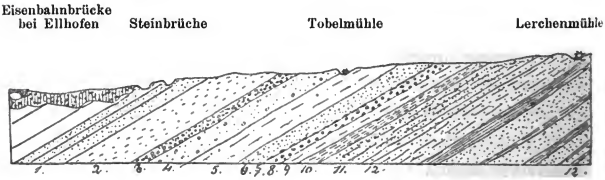
Ueber dieser ersteren Stufe stellt sich eine mächtige Reihe von marinen Sandsteinen und Conglomeraten ein, welche durch die Zwischenlagerung mehrerer Süsswasserschichten und Kohlenflötzen sich besonders bemerkbar macht. Wir werden später sehen, dass diese Bildung die Stelle einnimmt, welche weiter im Osten z. Th. durch *Bryozoën*-führende Sandsteine und Sandbänke ersetzt wird.

Ein weiterer im Hangenden folgender Complex zeichnet sich durch seinen Reichthum an organischen Einschlüssen aus und stellt sich auch petrographisch der sog. St. Gallener Molasse gleich. Sehr bemerkenswerth ist es, dass diese meist sandige Meeresmolasse nach oben von einem feinen, glaukonitischen Conglomerat abgegrenzt wird, welches gleichfalls *Ostrea crassissima* enthält. Es ist dies in unserem

Gebiete das letzte, höchste Auftreten dieser Austerart. Wir erinnern hier an ein ähnliches Verhältniss, welches auch in den Miocänablagerungen des Rhonethales sich herausgestellt hat.

Die noch höher liegenden Conglomerate und Mergel entsprechen nach den zureichend scharf orientirenden Versteinerungen am Buchberg zweifelslos der oberen Süsswassermolasse und der *Helix sylvana*-Stufe.

Derselben Schichtenfolge begegnen wir auch in dem nahezu senkrecht auf das Streichen der Schichten verlaufenden Grenzgraben (Kesselbach) bei Scheffau, in welchem das Ausstreichende der beiden im Pfänderprofil erwähnten Pechkohlenflötze gleichfalls bekannt ist, dann im Hausbachtobel bei Weiler zwischen der Kapf- und Trogener-Mühle und im Ellhofener Tobel zwischen der Eisenbahnbrücke und der Lerchenmühle.



II. Profil durch den Ellhofener Tobel bei Simmerberg (nach der Linie des Einfallens reduzirt) 1:50000.

Hier[1]) treten unterhalb der Eisenbahnbrücke Conglomerate, Sandsteine und Mergel wie am Pfänderbergrücken an seinem nördlichen Abfalle zu Tag. Erratischer Schutt überdeckt den direkten Anschluss an die zunächst oberhalb der Brücke blossgelegten Schichten, wo vier grosse Steinbrüche behufs Gewinnung grosser Platten und des Materials zur Herstellung von Wetzsteinen im anscheinend versteiner-

1) Gümbel, Geogn. Beschr. d. bayr. Alp. S. 784.

ungsleeren Sandstein angelegt sind. Ihr Liegendes (2 des Profils) wird von glaukonitischer, im Ganzen versteinerungsarmer Meeresmolasse gebildet, der nach unten eine Conglomeratbank mit *Ostrea crassissima* (oberes Auftreten) folgt (3). Grobkörnige Sandsteine, z. Th. in kleinkörnige Conglomerate verlaufend (4), dann glaukonitische harte Meeresmolasse (5) und weichere Sandsteine (6) machen das Liegende aus. In diesem Schichtencomplexe finden sich zahlreiche Versteinerungen, namentlich *Ostrea digitalina*, *O. caudata*, *Anomia costata*, *Cardita Jouannetti*, *Cardium turonicum*, *C. Sturi* und nicht selten *Lamna*-Zähne.

Ein schwaches Kohlenflötzchen (0,03 m.), der Stellvertreter des Wirtachflötzes, liegt dicht über der tieferen Conglomeratbank, welche der Nagelfluh des Gebhardsberges entspricht (7 und 8). Darunter stellen sich erst glaukonitische Sandsteine (9), dann glimmerreiche, schiefrige Sandsteine (10) mit *Ostrea crassissima* (erstes Auftreten) und *Pecten palmatus* ein, denen noch tiefer harte plattige Sandsteine von der Art der Blättermolasse (11) und dann in vielfachem Wechsel grauer Sandstein und Mergel (12) zur Unterlage dienen. Alle Schichten fallen unter sich gleichförmig in St. 9—10 mit 20—25° nach NW. ein.

Es zeigt sich in diesem Profile bei relativ geringem petrographischem Wechsel dieselbe Schichtenaufeinanderfolge, wie am Pfänder.

Nordöstlich von Harbatzhofen sind grosse Steinbrüche auf den unteren Schichten der oberen Meeresmolasse angelegt. Daraus führt Haushalter[1]) folgende Versteinerungen an: *Rhinoceros eurydactylus* (*? incisivus*), *Ardeacites mollassicus*, Fischzähne: *Lamna cuspidata*, *L. dubia*, *L. crassidens*, *L. denticulata*, *L. complanata*, *Hemipristis serra*, *H. paucidens*,

1) Inaug.-Diss.: Merkwürdige fossile Thierreste aus der Algäuer Molasse, München 1855.

Myliobates goniopleurus, M. punctatus, M. Toliapicus, Zygobates Studeri, Z. Woodwardi, Aetobates arcuatus, ausserdem Flossenstacheln von *Myliobates Oweni, M. canaliculatus, N. Toliapicus, M. lateralis* und *Pecten Zieteri* (wahrscheinlich *P. rotundatus Lam.*), eine im Allgemeinen der bekannten Fauna von Baltringen analoge Gruppe von Versteinerungen.

In nordöstlicher Richtung streicht der Zug der oberen Meeresmolasse in fast gleicher Zusammensetzung ununterbrochen bis zum Illerthal bei Kempten. Hervorzuheben ist in diesem Striche noch besonders das Profil im oberen Argenthale bei Schüttentobel,[1]) wo in der Meeresmolasse unter dem Conglomerate mit *Ostrea crassissima* (erstes Auftreten) *Cerithium margaritaceum* vielleicht nur auf sekundärer Lagerstätte oder analog dem Vorkommen dieser Art in den tiefsten Horner Schichten gefunden wurde.

Auch in der breiten Eintiefung der Weitnau stehen am Südfusse des Sonneneckbergs die Nagelfluhbänke mit *Ostrea crassissima* an, welche sich unerwartet am Nordgehänge des südlicher gelegenen Hauchenbergs wieder erheben. Es scheint demnach hier eine Schichtenverrückung zwischen beiden Fundpunkten vorzuliegen, was um so wahrscheinlicher ist, als über dem Rücken des Hauchenberges bereits die grosse aus der Schweiz nach Bayern fortsetzende Antiklinallinie[2]) hinwegzieht.

Oestlich vom Illerthale, da wo dasselbe bei Kempten von der grossen alpinen, aus dem Lech- durch das Vilsthal über Pfronten und Nesselwang streichenden Dislokationslinie durchkreuzt wird, ändert sich ganz plötzlich die bisherige SW.—NO. Streichlinie in eine fast rein westlich-östliche und es tritt von hier an der Zug der Meeresmolasse in ein Gebiet ein, in welchem leider selten mehr zusammenhängende

1) Gümbel l. c. S. 783. — 2) Das. S. 740.

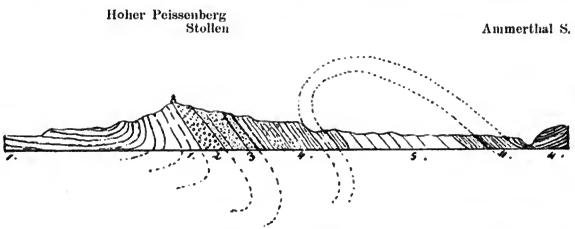
Profile aufzufinden sind. Gleich östlich von der Iller nahe bei Kempten lassen die zwischen den weithin sich verbreitenden, meist glacialen Schuttmassen zu Tag tretenden und durch einige Steinbrüche aufgeschlossenen Molasseschichten die Grossartigkeit der gerade hier durchstreichenden Gebirgsstörungen wahrnehmen. Die Schichten sind nicht nur steil aufgerichtet, sondern auch von zahlreichen Rutschflächen durchzogen, zerstückelt und vielfach verworfen. Hier fallen, wie ich dies schon in meiner Beschreibung des bayerischen Alpengebirgs (S. 785) angegeben habe, die Steinplatten besonders ins Auge, welche mit *Bryozoën* erfüllt sind. In der Nachbarschaft stehen, bei Thannen durch Steinbrüche aufgeschlossene Molassesandsteine mit nördlichem Einfallen an, welche zahlreiche Versteinerungen enthalten, aber bezüglich ihrer relativen Stellung zu den Bryozoënschichten keine sichere Anhaltspunkte liefern.

In dem weiteren östlichen Verlaufe gehen die Conglomerate der oberen Meeresmolasse wieder an der Bergmühle bei Leuterschach unter 60° nach N. einfallend zu Tag aus und gabeln sich von hier aus gegen den Auerberg zu, indem sie sich in zwei Flügel theilen, in einen nördlichen Zug — Riedern, Lettele, Sachswald mit nördlichem Einfallen und in einen südlichen Zug — Stetten, Bichel, Auerberg, Bernbeuern mit südlichem Einfallen. Die dazwischen eingekeilten Schichten sind meist nahezu horizontal gelagert. Auf dem südlichen Flügel ist ein guter Aufschluss zwischen Stetten und Oberkehlen aufgedeckt. Hier trifft man zwischen den in einen felsigen Vorsprung in Unterkehlen ausstreichenden glaukonitischen, conglomeratartigen Sandsteinen und dem Glaukonit-Conglomerat bei Bichel mit *Ostrea crassissima* (oberes Auftreten), *O. gryphoides*, *Pecten opercularis* und vielen Haifischzähnen zunächst blättrige Sandsteine mit *Bryozoëen* und dann lockere, glimmerreiche Sande und feinkörnige Sandsteine, welche in ihrem östlichen Fortstreichen durch den

Stettener Graben aufgeschlossen, hier einen grossen Reichthum an Versteinerungen erkennen lassen. Es nehmen also auch hier die *Bryozoën*-Schichten und die besonders versteinerungsreichen glaukonitischen Sande die Mittellage zwischen einer oberen und unteren meerischen Conglomeratbildung ein. Aus dieser Mittelregion stammen namentlich *Cardium saucatsense*, *C. echinatum*, *Cardita Jouanetti*, *Cytherea albina*, *Mactra solida*, *Venus umbonaria*, *Tapes vetula*, *Trochus patulus*, *Cerithium papaveraceum* u. A.

Im weiteren Verfolgen dieser Züge treffen wir die beiden Flügel der oberen Meeresmolasse wieder vereinigt im Lechthale bei Riesen und von da weg mit NO. Wendung über das Bülach bei Peiting zum hohen Peissenberg streichend an vielen Stellen auf dem südlichen Gehänge des letzteren. Die glaukonitisch kalkige Conglomeratschicht geht zwischen Hötten und Hanselbauer zu Tag, wurde durch den Bergbau im sogenannten Wasserstollen und Sulzerstollen aufgeschlossen und im Ausgehenden auch an der oberen Schweig sowie bei dem Eberlbauern bekannt. Hier besitzt sie in überkippter Lagerung ein südliches Einfallen und bildet mithin das scheinbare Liegende der durch Bergbau in grosser Ausdehnung aufgeschlossenen, zunächst älteren oberoligocänen Cyrenenmergel mit Pechkohlenflötzen.

Es wurde mit dem Hauptstollen hier die ganze Schichtenreihe der Region der Pechkohlenflötze bis über 150 m. ins Liegende des letzten, abbauwürdigen Kohlenflötzes Nr. 17 und weit über die durch das erste Auftreten der *Ostrea crassissima* gekennzeichnete jüngere Meeresmolasse durchfahren. Wir haben somit in diesem Querschlage einen vollständigen und unterbrochenen direkten Aufschluss durch den Bergbau vor uns. Es folgen sich hier in überstürzter Lagerung, wenn wir von den weiter vorliegenden Cyrenenmergel- und Sandsteinlagen als bei dieser Schilderung weniger wichtig absehen:



III. Profil durch die oberoligocänen und miocänen Schichten am hohen Peissenberg (1:50000). 1) Obere Süsswassermolasse; 2) Conglomerat derselben; 3) Zwischenregion mit einer Lage der *Ostrea crassissima*; 4) Cyrenenmergel mit Pechkohlenflötzen; 5) ältere brackische Molasse.

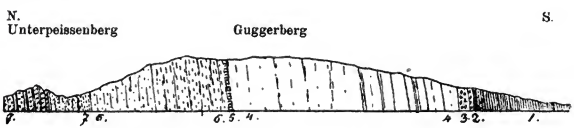
1) Schichtenregion der Flötze Nr. 16 und 17 mit sehr zahlreichen Thier- und Pflanzenresten von Arten, welche vollständig mit denen der übrigen Cyrenenmergel übereinstimmen wie *Cyrena semistriata*, *Cerithium margaritaceum*, *Ostrea cyathula*, *Arca cardiiformis*, *Unio* cf. *flabellatus*, *Thracia parellela*, *Neritina picta*, *Melanopsis Kleini*.

2) Die Zwischenregion in nördlicher Richtung von dem Flötze Nr. 17 auf 62 m. aufgeschlossen, wird von wechselnden Mergel- und Schieferthonschichten mit 6 Kohlenflötzen oder eigentlich Flötzcomplexen (aus mehreren Kohlenbänken bestehend) zusammengesetzt, welche noch wesentlich den Typus der Cyrenenmergel an sich tragen.

3) Unter dieser Zwischenregion legten sich zunächst 6 m. mächtige Sandsteine, soweit der Bergbau erkennen liess, versteinerungsleer, dann weiter 15 m. mächtig Mergel und thoniger Sandstein an, in welchen sehr wohlerhaltene Exemplare von *Ostrea crassissima* angetroffen worden sind. Sandstein und thoniger Mergel bilden weiter das Liegende. Leider wurden bei dem Bergbaubetrieb keine anderen Versteinerungen gesammelt, auch die Schichtenfolge tiefer ins Liegende nicht weiter näher verzeichnet. Die miocäne Schicht mit *Ostrea crassissima* ist hier mithin nur durch sandige

Lagen, die nur ganz geringe Mächtigkeit besitzen, von den Cyrenenmergeln getrennt.

Diesem Bergbauaufschlusse steht eine Entblössung der Schichten in dem langgezogenen Bergrücken östlich vom Peissenberg, dem sogenannten Guggerberg, ergänzend zur Seite. In der sogenannten Habergasse, die vom Dorfe Unterpeissenberg in S. Richtung über den Guggerberg führt, sind die steil, meist unter 80—85° nach S. geneigten Schichten gleichfalls in überkippter Lagerung fast Schicht für Schicht entblösst.



IV. Profil der Schichten des Guggerbergs am hohen Peissenberg.
(Erklärung der Nummern im Texte.)

Zunächst von S. nach N. fortschreitend begegnet man folgenden Schichtenreihen:

1) Cyrenenmergeln und Sandsteinen mit Pechkohlenflötzen,

2) grobkörnigem, weissem Sandstein mit *Pecten burdigallensis*, *Arca cardiiformis* etwa 60 m. im Liegenden des Kohlenflötzes Nr. 17, das hier überdeckt ist (2 m.);

3) Mergeln und glaukonitischem Sandstein mit *Ostrea crassissima*, *O. gryphoides*, *Pecten Justinianus*, *Lamna*-Zähnen (10 m).

4) Mergeliger, meist glaukonitischer Sandstein und Schieferthone bilden in vielfachen Wechsellagerungen den nächsten, gegen 170 m. mächtigen, versteinerungsreichen Schichtencomplex. Am häufigsten finden sich hier *Corbula gibba* und *Natica helicina*. Dazu kommen *Pyrula condita*, *Conus canuliculatus*, *Turritella turris*, *Trochus patulus*, *Arca girondica*,

Dentalium brevifissum, *Rhynchonella bipartita*, *Ceratotrochus* 12-*costatus* und *Bryozoën*.

Es wird durch diese Schichten die Mittelstufe der jüngeren Meeresmolasse wie am Pfänder repräsentirt.

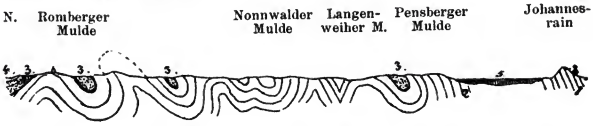
5) Fester, grobkörniger Sandstein, meistentheils mit Glaukonit und voll von abgerollten und zerbrochenen Muschelschalen und Korallenstücken besitzt eine Mächtigkeit von 2 m. und eignet sich wegen seiner Festigkeit vortrefflich als Baustein. Der schlechte Erhaltungszustand der eingeschlossenen organischen Ueberreste verhindert leider eine genaue Bestimmung derselben; doch sind *Cardium hians*, *Cardita Jouannetti* und eine Art von *Stephanocoenia* darunter mit Sicherheit zu erkennen.

6) Das Liegende wird von einem lockeren, glaukonitischen Sandstein mit Zwischenlagen von Thonmergel als jüngstes Glied der oberen Meeresmolasse in einer Mächtigkeit von beiläufig 110 m. gebildet. Die vorkommenden Versteinerungen in dem nur dürftigen Aufschlusse neben dem Wege sind meist Steinkerne mit weisser, leicht abfallender Kalkschale und gestatten keine sichere Artbezeichnung. Doch stimmt der Typus im Allgemeinen mit jenem der jüngeren marinen Schichten am Pfänder überein.

7) Weiter nördlich liegen dann zunächst am Nordfusse des Guggenbergs und gegen das Dorf Unterpeissenberg marmorirte, graue und gelblich gefleckte Mergel, dünnbänkige, glimmerreiche Sande und mit beiden wechselnd mächtige Nagelfluhbänke der oberen Süsswassermolasse vor.

Oestlich von diesen Aufschlüssen am Peissenberg, welche sich an der Ammer bei dem Berghof wiederholen, bedeckt Schutt und Geröll auf weite Strecken das ältere anstehende Gestein. Es tauchen zwar einzelne Schichtenköpfe der Miocänmolasse, z. B. am Schweighof S. vom Ostersee und innerhalb mehrerer Falten die bei Pensberg in mindestens sechs eng zusammengebogenen Sätteln und Mulden aufgerichteten,

oberoligocänen, an Pechkohlenflötzen reichen Cyrenenmergel auf, aber ihr Lagerungsverhältniss zu den älteren Schichten ist nicht so deutlich aufgeschlossen, um hier näher erörtert zu werden. Das Wesentlichste lässt sich aus dem nachstehenden Profile ersehen.



V. Profil der durch Bergbau direkt aufgeschlossenen oberoligocänen und untermiocänen Schichten bei Pensberg. 1) Aeltere Schichten der oberoligocänen Molasse; 2) jüngere Schichten der oberen oligocänen Molasse; 3) untere miocäne Meeresmolasse; 4) jüngere miocäne Molasse.

An der Isar treten Schichten der oberen Meeresmolasse dicht am Flussufer auf eine kurze Strecke zu Tag, gewähren aber keine besonders lehrreichen Aufschlüsse, ebensowenig wie die Entblössungen im Mangfallthale bei der Reisachmühle und unterhalb der Jedlingermühle im Leizachthale.

Desto grössere Interessen nehmen die Aufschlüsse im Kaltenbach, der aus der Nähe des Leizachthales bei Miesbach nahezu in der Streichrichtung der hier vielfach zu Tag ausgehenden oberen Meeresmolasse bis Tödtendorf bei Aibling fortzieht, für sich in Anspruch, umso mehr, als dies diejenige Fundstelle ist, von welcher K. Mayer in seiner Klassifikation der Tertiärschichten vom Jahre 1868 ausdrücklich die Zugehörigkeit zu den drei tiefsten Miocänstufen annimmt, nämlich zum

1) oberen Helvetien, St. Gallener Schichten: Schichten mit *Ostrea crassissima* aus dem Kaltenberg;

2) mittlere Helvetien, Serravaller Schichten: Molasse mit grünen Körnern (Glaukonit) vom Kaltenbach und zum

3) Langhien im Allgemeinen:

blaue marine Mergel von Kaltenbach, von Prien, Traunstein, Mähring gleichheitlich mit den Schichten von Ortenburg, mit dem Schlier, den Schichten von Eggenburg und Gauderndorf.

Leider ist hier an keiner Stelle ein direkter Anschluss der tiefsten miocänen Meeresschichten und der hangendsten Oligocänenmergel entblösst. Bei den vielfachen Krümmungen des Baches, bei den nicht seltenen Schichtenumbiegungen und mehrfachen Unterbrechungen durch überdeckendes Geröll, Schutt und Kalktuff hält es überhaupt schwer, die einzelnen hangenderen und liegenderen Schichten genau auseinander zu halten.

Was nach wiederholtem Besuche und sorgfältiger Vergleichung der topischen Situation hier festzustellen ist, lässt darüber keinen Zweifel, dass die den ganz in der Nachbarschaft der behufs Bebauung und Gewinnung der Pechkohlenflötze durch Stollenbau und zahlreiche Schürfe bei Unterhofen, in Kemathen, bei Weihermann, am Eckersberg, im Leizachthale bei Gr. Schwaig (Flötz Nr. 21) aufgeschlossenen Cyrenenmergeln zunächstliegende Schichten des Kaltenbachs aus jenen glaukonitischen, oft trümmerigen groben Sandsteinen oder conglomeratartigen sandigen Lagen mit grünlich überzogenen, meist aus Quarz bestehenden Rollstückchen bestehen, wie solche überall zunächst an die tiefere, brackische, oberoligocäne Molasse angeschlossen sind und durch einen grossen Reichthum an freilich nicht immer gut erhaltenen, organischen Einschlüssen sich auszeichnen. Die Schichten fallen hier durchschnittlich ziemlich steil (65—70°) conform mit den benachbarten Cyrenenmergeln bei ungestörter Lagerung zwischen St. 11—1 südlich ein und machen einige Faltenbiegungen, sind aber insbesondere in Folge von Unterwaschungen oft zusammengestürzt oder es ist durch erratischen Schutt der ununterbrochene Anschluss der verschiedenen Schichten an vielen Stellen verdeckt.

Sieht man von diesen Störungen und Unterbrechungen ab, so ergibt sich als dem jüngsten Pechkohlenflötz der Cyrenenmergel auf etwa 350 m. Entfernung zunächst liegende, zu Tag ausstreichende älteste Schicht der oberen Meeresmolasse (soweit der Aufschluss hier reicht) jener glaukonitische, grobe, trümmerige Sandstein zwischen Harrain und Gern, in welchem bis jetzt folgende organische Ueberreste aufgefunden wurden:

Pecten solarium (gigas)
Arca sulcicosta
Arca Fichteli
Pectunculus pilosus
„ *polyodonta*
Limopsis aurita
Nucula cf. *concava*
Leda nitida
Cardium aculeatum
„ *echinatum*
„ *cingulatum*
„ *Kuebecki*
Isocardia transversa
Lucina spuria
Cytherea Brocchi
„ *erycina*
Mactra triangulata
Dentalium brevifissum
Natica helicina
Nerita Plutonis
Trochus cingulatus
Turritella turris
Pleurotoma terebra
Oliva flammulata
Fusus semirugosus.

Indem wir dieses Profil weiter bachabwärts verfolgen, begegnen wir zuerst glaukonitischen, mergeligen Sanden und Sandsteinen mit Mergelzwischenlagen, welche unter die ebengenannten Lagen zwar einschiessen, aber trotzdem, weil die Schichten in überstürzter Lagerung sich befinden, als die relativ jüngeren Schichten anzusehen sind. Um die Aufeinanderfolge der Schichten nach ihrem relativen Alter nicht zu verwirren, soll im Folgenden die Lagerung in ihrem ursprünglichen Verhältniss zurückversetzt angenommen werden und daher die liegenden Lagen als die jüngeren gemäss ihrer thatsächlich überkippten Schichtenstellung bezeichnet werden.

Dieser zweite beträchtlich (beiläufig 500 m.) mächtige Schichtencomplex, der besonders in dem Wasserrisse des dem

Kaltenbach benachbarten und in ihn einmündenden Eulenbachs ziemlich vollständig aufgeschlossen ist, beherbergt eine an Exemplaren, aber nicht an Arten reiche marine Fauna, namentlich mit *Corbula gibba*, *Natica helicina*, *Tellina Schoeni*, *Cardium edule*, *C. turonicum*, *Venus Haindingeri*, *Pinna tetragona*, *Leda nitida*, *Lucina spuria (borealis)*, *Solenomya Doderleini*, *Turritella turris*, *Pleurotoma asperulata*, *Trochus patulus*.

Es sind hier nur diejenigen Funde aufgeführt, welche aus anstehenden Schichten gesammelt wurden mit Ausschluss der in herabgebrochenen Gesteinsbrocken etwa im Bachbette angetroffenen Exemplare, unter denen selbst zweifellos oligocäne Arten sich finden.

So gering auch die Anzahl der aufgeführten Arten ist, so lässt sich doch aus ihnen der Schluss ziehen, dass sie der Fauna der sandigen Ablagerungen des Wiener Beckens von Grund und dem St. Gallener Muschelsandstein entsprechen. Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen von *Solenomya Doderleini* in diesen relativ jungen Schichten.

Dieser sandig-mergeliger Schichtencomplex wird an der Einmündung des Eulenbachs in den Kaltenbach von einem ziemlich groben Conglomerat begrenzt, welches mit sandigen Bänken und Mergeln wechselnd stellenweise grosse Schalen der *Ostrea crassissima* beherbergt. Es ist dies diejenige Lage, welche K. Mayer in seinen synchronistischen Tafeln in das oberste Helvetien (Couches à *Ostrea crassissima* du ravin de Kaltenbach près de Rosenheim) eingereiht hat.

Eine im letzten Sommer unternommene Begehung dieser Gegend hat zu einer sehr interessanten Entdeckung geführt. Es fand sich nämlich in einem erst ganz neuerdings aufgeschlossenen Steinbruche fast unmittelbar an dieser Conglomeratbank eine kalkige, ungemein feste Molasse, im Aussehen den Eggenburger Schichten ähnlich, in welcher einzelne Lagen mit brackischen Conchylien der Kirchberg-

Schichten und zwar mit *Dreissenia claviformis*, *D. amygdoloides* und *Melanopsis impressa* erfüllt sich zeigten. Damit ist nunmehr der Horizont der Kirchberger Schichten als unmittelbar jüngere Ablagerung über der Austernbank auch am Alpenrande nachgewiesen.

Weiter nach Norden folgt darauf bald die nahezu horizontal lagernde jüngere Süsswassermolasse mit ihren gelb und grünlich marmorirten Mergel- und Conglomeratbänken.

In dem bergigen Vorlande östlich vom Innthale zwischen Inn, Simm- und Chiemsee gewinnen die jüngeren marinen Molasseschichten theils in Folge flacherer Lagerung, theils in Folge vielfacher Faltelungen die beträchtliche Breiteausdehnung von beiläufig 5 klm. Gleichwohl lassen sich hier ununterbrochen fortlaufende Profile nicht auffinden, obgleich es an interessanten Einzelaufschlüssen nicht mangelt.

Zunächst ist hervorzuheben, dass die östliche Fortsetzung des Zuges der oberoligocänen Cyrenenmergel zwischen Innthal und Chiemsee durch sehr zahlreiche Bergbauaufschlüsse und Tagentblössungen nachgewiesen ist, wie z. B. bei Lauterbach, Wildenwarth, Dösdorf, Weisham und im Stettener Graben bei Bernau. Die Grenzlinie gegen die obere Meeresmolasse verläuft vom Tinninger See über Wall, Mühlthal im Prienthale und N. von Urschalling nach Harras am Chiemsee.

Zunächst N. von dieser Linie wurden die an ihrer trümmigen Beschaffenheit petrographisch leicht kenntlichen, tiefsten Lager der oberen Meeresmolasse (erstes Auftreten der *Ostrea crassissima*) an vielen Punkten von Herrn Ass. von Ammon aufgefunden, unter andern im Graben S. von Esbaum und im Prienthale N. von Kallenbach (hier mit 68° in St. 10 nördlich einfallend). Die nördlich vorgelagerten jüngeren Schichten, welche an sehr zahlreichen Stellen dieser Gegend in Bachrinnen blossgelegt sind, bestehen aus glaukonitischem, mergeligem, theils festem, theils weichem Sand-

stein und Sand in vielfachem Wechsel mit in feuchtem Zustande dunkelgrauem, ausgetrocknet lichtgrauem, sandig glimmerhaltigem Mergel. In der mittleren Region dieser Schichten kommen in grosser Menge *Ostrea giengensis* und *Ostrea crassissima* vor, welche am südöstlichen Ufer des Simmsee ausgespült angetroffen und anstehend in der Steilwand hinter der Mühle von Unterachthal gefunden werden. Unter den begleitenden Versteinerungen, welche wegen der harten Beschaffenheit des Gesteins schwierig in bestimmbaren Exemplaren zu erhalten sind, zeichnen sich durch ihr häufiges Vorkommen besonders *Corbula gibba*, *Tellina compressa*, *Modiola barbata*, *Leda clavata*, *L. nitida*, *Mactra triangula*, *Mytilus fuscus*, *Dreissenia spathulata*, *Natica helicina*, *Turritella turris* u. A. aus.

Am Ausgange des Thalkirchener Achenthales stehen unterhalb des Kreuzbichels glaukonitische, gelbverwitternde Sande mit einzelnen festeren, in Conglomerat übergehenden Bänken der Meeresmolasse in ganz schwach nach N. gerichteter Neigung an. Diese Sande umschliessen eine grosse Menge fast durchwegs zertrümmerter und abgerollter Ueberreste von Versteinerungen. Darunter sind kenntlich: *Ostrea crassissima*, *O. digitalina*, *Pecten Holgeri*, *P. scrabriusculus*, *P. pusio*, *Balanus stellatus* und Korallenstücke.

Gleich jenseits des Thals bei Antwort streichen bereits die marmorirten Mergel der oberen Süsswassermolasse zu Tag.

Im Prienthale, welches von Prien gegen Wildenwarth die Schichten quer durchscheidet, zeigen sich die glaukonitischen Sandsteine und Mergel nördlich von der Stelle, an der die tiefsten Lagen der jüngeren Meeresmolasse ausstreichen, in sich wiederholenden Sätteln und Mulden gefaltet und sehr versteinerungsarm. Bei Prien an dem grossen Wehr und gegenüber unter St. Sebastian stehen ziemlich weiche, mergelige Glaukonit- und Glimmer-haltige Sandsteine an, in welchen einige Versteinerungen vom Typus der Ottnanger-Fauna, wie *Tellina*

ottnangensis, Lucina Dujardini, Lucina Wolfi, Leda clavata gefunden worden sind. In Prien selbst in der Nähe der Brücke nach St. Salvator gehen neben der Strasse hellgraue Mergel zu Tag, welche nicht nur petrographisch, sondern auch nach ihren organischen Einschlüssen dem Ottnanger Mergel zum Verwechseln ähnlich sind. Es kommen darin nebst den so eben bezeichneten Arten noch die typische *Bryssopsis ottnangensis* und Schuppen von *Meletta sardinites* vor, wodurch wohl der Charakter der Ottnanger Schichten, wie bei Traunstein, sichergestellt wird. Diese Mergel liegen hier weit in der hangendsten Region der marinen Schichten.

Auch auf Herrenchiemsee sind die jüngeren marinen Ablagerungen mächtig entwickelt. Die ältesten Conglomeratartigen Trümmersandsteine habe ich in meiner geognostischen Beschreibung der bayerischen Alpen (S. 775) näher geschildert. Durch den neueren Schlossbau wurden auch die von Schutt überlagerten und früher verhüllten hangenden Mergellagen an mehreren Stellen aufgedeckt. Sie bestehen aus lichtgrauen, etwas sandigen, z. Th. glaukonitischen Mergeln, welche schwach mit 10—15° N. einfallen. Es finden sich hier in manchen Lagen gruppenweise zusammenliegend zahlreiche Exemplare von *Corbula gibba*, ausserdem in einzelnen Exemplaren *Leda pellucida, Nucula Mayeri, Lucina Sismondae, L. Dujardini, Fusus intermedius, Pleurotoma rotulata* und in grösserer Menge *Natica helicina*. Es ist bemerkenswerth, dass gerade diese weichen Mergel auf der von wenig mächtigem erratischem Schutt überdeckten Insel erhalten geblieben sind. Es liesse sich dies nicht erklären, wenn man den Chiemsee überhaupt als eine durch Gletscher ausgefurchte Vertiefung annehmen wollte.

Vom Chiemsee ostwärts sind auf weite Strecken hin die jüngeren tertiären Ablagerungen meist mit erratischem Schutt überdeckt. Erst im Traunthale begegnen wir S. von Traun-

stein und in Traunstein selbst ziemlich reichlich zu Tag tretenden Schichten. Von diesen gehören die plattigen Sandsteine an der Brücke bei Siegsdorf mit *Meletta* cf. *crenata*, *Palaeorhynchus giganteus*, *Alosima salmonea* der dem Flysch und den älteren Schichten zunächst angelagerten oligocänen Stufe, die an marinen Versteinerungen reichen Mergel des Thalberggrabens der mitteloligocänen Molasse und die weiter abwärts lagernden Mergel-, Sandstein- und Conglomeratbänke den oberoligocänen Cyrenenschichten mit einem auch hier noch durch Aufschürfungen bekannt gewordenen Pechkohlenflötzchen an. Ungefähr Seiboldsdorf gegenüber treten unter der grossartigen Schuttüberdeckung einzelne Schichtenköpfe der glaukonitischen, trümmerigen, oft conglomeratartigen jüngeren Meeresmolasse in ihren ältesten Lagen zu Tag. Thalabwärts folgen dann im Röthelbachgraben, unterhalb der Haslachermühle und an zahlreichen Stellen der Wasserleitung des Steinbachs meist lichtfarbige Mergel, welche bis in die Stadt Traunstein — hier noch zwischen der Hammer- und der Eisenbahnbrücke entblösst — mit schwachem nördlichem Einfallen anhalten. Aus diesen hangendsten, hellgrauen, dem Ottnanger Mergel täuschend ähnlichen Schichten stammen die ziemlich zahlreichen Versteinerungen, welche ich bereits schon früher[1]) angegeben habe und deren Zahl durch einige neuere Funde vervollständigt wurde. Es sind dies:

Aturia Aturi
Conus Dujardini
Buccinum subquadrangulatum
Cassis Neumayri
Cancellaria Suessi
Pleurotoma rotata
Scalaria amoena
Trochus ottnangensis
Natica helicina
Dentalium intermedium
Tellina ottnangensis
Lucina Dujardini
„ *Wolfi*
„ *ottnangensis*
Nucula Mayeri
„ *Ehrlichi*
Leda suffragilis
„ *nitida*
„ *pellucidaeformis*
Arca diluvii

1) Die geogn. Durchforschung Bayerns, Anhang S. 71.

Anatina Fuchsi	*Pinna Brocchi*
Corbula gibba	*Brissopsis ottnangensis*
Mactra triangula	*Meletta sardinites (subsardinites Rz.)*

Dass wir hier eine dem typischen Ottnanger Mergel im Alter gleichstehende Schichtenbildung vor uns haben, ist nicht zweifelhaft. Dagegen ist die zu den tieferen Lagen der oberen Meeresmolasse relativ sehr hohe Stellung dieser Schichten besonders auffallend, um so mehr, als damit auch das gleiche Verhalten der entsprechenden Bildung in Prien übereinstimmt und ausserdem dies auch im Widerspruch mit der bisher angenommenen tiefen Stellung des sogenannten Ottnanger Schliers steht. Es gab diese Thatsache zunächst Veranlassung, die Schichtenfolge und Lagerungsverhältnisse bei Ottnang selbst in das Bereich dieser Untersuchung zu ziehen. Darüber soll später berichtet werden.

Bei Traunstein stossen wir weiter thalabwärts nur auf höchst dürftig entblösste Tertiärschichten, die meist unmittelbar von Blocklehm überdeckt sind. Sie legen sich nahezu horizontal wie beim Klobenstein. Der Mühle im Mühlthale gegenüber findet sich ein grösserer Anbruch in einem glaukonitischen groben Sandstein mit zahlreichen, leider fast durchweg zerbrochenen Meeresconchylien und Korallenresten *(Cladocora* cf. *caespitosa)*. Es ist dieses Vorkommen den Lagen der oberen Meeresmolasse, aber in jenem von dem Alpenrande bereits entfernteren Striche zuzuzählen, in welchem die Schichten aus ihrer horizontalen Lage später nicht wesentlich verrückt worden sind.

Vom Traunthale an in östlicher Richtung keilt sich der ganze oligocäne Schichtencomplex rasch aus und es lehnen sich hier die miocänen Sande direkt an die Nummulitenschichten des Kressenberger Zugs an. Wenigstens wurden im Surthale und in seinen zahlreichen Seitenrinnen nur Sande der oberen Meeresmolasse aufgefunden, wie auch an der Thalmühle, bei Wagneröd, im Lussgraben bei Teisendorf u. s. w. Die

Flyschschichten beginnen bereits in dieser Gegend jene höchst auffallende Wendung nach NO. zu machen, welche in Oberösterreich fortsetzt und bewirkt, dass hier die Flyschbildungen im Haunsbergrücken nordwärts bis Dorfbeuern reichend auf 20 km. sich von dem bis dahin eingehaltenen Zuge am Alpenrande entfernen.

Es hängt diese Verrückung mit der grossen Teisendorf-Berchtesgadener Gebirgsspalte zusammen und es scheint damit zugleich der östliche Abschluss des grossen oligocänen, aus der Schweiz hereinragenden Molassebeckens gegeben zu sein.

Die in der Nähe dieses nunmehr nach NO. gewendeten alten Gebirgsrandes abgelagerten Miocänschichten sind in besonders versteinerungsreichen Lagen in dem Hochberggraben, einer Seitenbachrinne des Ententhals bei Mehring, und nach den Untersuchungen von Dr. v. Ammon bei Hainbuck in derselben Thalfurche, sowie bei Wimmern im Surthale unfern Teisendorf aufgeschlossen. Das grünlich graue, mergelige Trümmergestein enthält Glaukonit und viele meist quarzige grössere Rollstücke, welche mit einem grünen Ueberzuge versehen sind. Dr. Thürach fand, dass in dem Schlammrückstande ausser Glaukonit noch Hornblende, Granat, Staurolith (häufig), Turmalin, Zirkon, Disthen und Rutil (selten) den Quarzkörnchen beigemischt sind. Das Gestein gleicht petrographisch vollständig den Schichten, welche bis zu diesem Punkte von Westen her die tiefsten Lagen der oberen Meeresmolasse kennzeichnen. Auf Grund der in dieser Gegend gesammelten Versteinerungen erklärt K. Mayer nach seiner synchronistischen Tertiärtabelle diese Ablagerungen als zu seinem Langhien gehörig. Die organischen Einschlüsse der Mähringer Meeresmolasse sind nach den meist von K. Mayer selbst vorgenommenen Bestimmungen folgende:

Eschara monilifera
Cladocora multicaulis
Terebratula grandis (?)
Anomia striatula
Pecten aduncus
„ *opercularis*
„ *Sowerbyi* (?)
Arca diluvii
„ *lactea*
„ *sulcicosta*
„ *turonica*
Venus plicata
Mactra triangula
Corbula gibba
Pectunculus pilosus
Limopsis aurita
Nucula laevigata
„ *nucleus*
Leda pella
„ *minuta*
Cardita Corbis
Cardium multicostatum
Lucina edentula
Diplodonta rotundata
Tellina elliptica
Ensis tenuis
Pholas cylindrica
Dentalium brevifissum
„ *entalis*
„ *gadus*
Vermetus arenarius
Siliquaria anguina
Calyptraea chinensis
„ *deformis*
Natica helicina
„ *Josephinae*
„ *millepunctata*
Trochus Audebardi
„ *cingulatus*
„ *Deshayesi*
„ *patulus*
Turritella cathedralis
„ *Riepeli*
„ *subangulata*
„ *turris*
„ *terebralis*
Cerithium scabrum
„ *subtrochleare*
Ficula clava
Pleurotoma terebra
„ *turricula*
Cancellaria cancellata
Cassis Saburon
„ *sulcata*
Murex lingua bovis
Ranella marginata
Terebra pertusa
Erato laevis
Conus canaliculatus
Mitra fusiformis
Ancilla glandiformis
Bulla lignaria
Lamna contortidens
„ *cuspidata*

Leider sind die nördlich vorliegenden Tertiärschichten bis zur Salzach hin von erratischem und recentem Schutt fast durchweg überdeckt. Kleine Aufschlüsse wie unter dem Mühlberg bei Waging und im Gadener Graben lassen meist horizontal gelagerte, stellenweise etwas aufgerichtete versteinerungsleere oder — arme, mergelige Sandsteine und Sande beobachten. Nur an dem östlichen Steilgehänge des Wag-

inger Sees sind südlich vom Dorfe Tettenhausen versteinerungsreiche Lagen eines ziemlich lockeren, in einzelnen Bänken jedoch etwas festeren, mit grösseren Rollstücken untermengten glaukonitischen Sandes entblösst. In demselben kommen folgende Versteinerungen vor:

Ostrea crassissima	*Pecten Holgeri*
„ *digitalina*	„ *Besseri*
„ *caudata*	„ *Leythajanus*
Anomia ephippium	„ cf. *striatus*
Arca dichotoma	*Balanus tintinnabulum.*

Die geologischen Verhältnisse, unter welchen diese Bildungen hier auftreten, gleichen so sehr denen der Sandschichten des Simmsees und im Kaltenbache, dass man sie wohl diesen Ablagerungen gleichstellen darf.

Mit diesen Entblössungen bei Teisendorf und am Waginger See haben wir den Rand der grossen Salzachthalung erreicht, welche bis zum Flyschrücken des Haunsbergs sich ausbreitet und von Schuttmassen in grossartigstem Maassstabe erfüllt ist. Nur in ganz vereinzelten Punkten gelang es hier Dr. v. Ammon anstehende tertiäre Ablagerungen aufzufinden, aber immer in höchst beschränkten Entblössungen, wie im Oichtenthale bei Wimm SO. von Laufen, am Salzachufer zunächst unterhalb Laufen, wo ich die am Flussrande zu Tag ausstreichenden, mergeligen Schichten von Blochlehm bedeckt und unter demselben sehr deutlich von Gletscherschliffen geglättet sowie in N-S. Richtung gestreift fand. Dann tauchen sie wieder bei Osing, in der Lebenau und in der Lettensau unter der Ueberdeckung auf. Es sind hier meist mergelige, glimmerreiche, glaukonitische Sande und schwachgebundene Sandsteine, welche sehr spärlich marine Conchylien einschliessen. Nach den Beobachtungen von Dr. v. Ammon fallen die Schichten an der Mühle bei der Lebenau mit nur 4° nördlich ein.

Solche einzelne Aufschlusspunkte wiederholen sich in der

nördlich anstossenden Gegend mehrfach und lassen nur soviel erkennen, dass hier bereits die obere Süsswassermolasse unter der diluvialen Decke allgemein verbreitet ist.

In diesen der marinen Molasse zunächst benachbarten Süsswasserschichten stossen wir auf die merkwürdige Braunkohlenablagerung von Wildshuth dicht an der Salzach, welche schon seit dem vorigen Jahrhundert bekannt und zeitweise bergmännisch bebaut wurde.[1]) Das aus vier Bänken bestehende Braunkohlenflötz liegt zwischen einem sandigen Mergel und Töpferthon in der Sohle und einem grauen Mergel mit Pflanzeneinschlüssen im Hangenden. Höher folgen dann Conglomerate und Schotterlagen, bei denen es aber schwierig zu entscheiden ist, ob sie zu der Reihe der Tertiärschichten gehören und der Quarzschuttbildung des benachbarten Kobernauer Waldes entsprechen oder abgeschwemmt auf sekundärer Lagerstätte zu den Quartärbildungen zu rechnen sind. Jedenfalls nimmt das Braunkohlenflötz dieselbe geologische Stellung ein, wie jenes im Traunthale bei Thomasroith und Wolfsegg, welches vom Quarzgeröll und -Conglomerat überlagert wird. Bayerischer Seits kennt man die Fortsetzung dieses Braunkohlenflötzes im Oelingergraben und bei St. Georgen unfern Laufen, im Schlichtenergraben bei Tittmoning, dann unterhalb Burghausen und an mehreren Stellen nordwärts z. B. bei Freiöd unfern Simbach, über welche Vorkommnisse später ausführlicher berichtet werden soll. Bei Burghausen liegt nach der Untersuchung von Dr. v. Ammon an dem Salzachgehänge zu tiefst grauer Mergel, darüber (7—8 m.) Sand mit Quarzgeröll, dann grauer Mergel (2 m.) mit Pflanzenresten, der ein schwaches Braunkohlenflötzchen einschliesst und oben von Nagelfluh bedeckt wird. Es ist die-

1) Lipold im Jahrb. d. geol. Reichsanstalt Bd. I, S. 599; Thenius, daselbst Verh. Jahrg. 1878 S. 54; Lorentz in Sitz. Ber. d. k. k. Ac. d. Wiss. in Wien Bd. XXII. 660; Gümbel, Geogn. Besch. d. bayer. Alp. 773.

selbe kohlige Ablagerung, welcher auch die gleichalterigen Pechkohlenflötze der oberen Süsswassermolasse bei Irrsee und die bereits jenseits des eigentlichen Beckenrandes vorkommenden und als Ausläufer der südbayerischen Beckenausfüllung zu betrachtenden Braunkohlenbildungen von Undorf und Sauforst angehören.

Mit dem Westrande des hohen, aus Flyschgestein bestehenden, weit nach NO. vorspringenden Haunsbergrückens schliesst der subalpine Zug der Molasse hier zunächst ab, um erst jenseits östlich von dieser älteren Scheidewand in mächtigen, dem Alpenrande wieder genäherten Schichten fortzusetzen, wie solche N. vom Trumersee, bei Vöcklabruck, Kremsmünster, Hall, Steyr bis nach St. Pölten stellenweise aufgeschlossen sind.

Wir beschränken uns vorerst auf einige wenige Bemerkungen, welche sich auf die unserem engeren Gebiete zunächst liegenden hierhergehörigen Ablagerungen beziehen, weil dieselben in engster Beziehung zu der typischen Schlierbildung von Ottnang und zur Schlierfrage überhaupt stehen.

Bei Mattsee am Trumersee hebt sich bekanntlich in einem hohen Hügel die Nummulitenbildung einerseits vom Flysch begleitet, andererseits von *Belemnitellen*-Mergel und Sandstein unterlagert aus der grossartig und weit verbreiteten Ueberdeckung hervor. Was zunächst von jüngeren Tertiärbildungen sich an diese älteren Schichten anschliesst, ist ein nur äusserst selten bis zu Tag ausgehender sandiger Mergel, wie ich denselben z. B. in Rockerfing am NO.-Ende des Trumersees anstehend beobachtet habe.

In ziemlich guten Aufschlüssen treten die tertiären Schichten aus den jüngeren Schuttablagerungen zunächst am Alpenrande bei Timelkam am Flussufer dicht an der Eisenbahn und bei Vöcklabruck selbst zu Tag. An der Brücke in Vöcklabruck bespült das Wasser schwer zugängliche Lagen eines mergeligen, glaukonitischen Meeressandes. Wenigstens theilweise zugänglich ist in der Nähe die hohe bis zum Quarz-

geröll emporragende Entblössung an der grossen Flusskrümmung der Vöckla. Dicht über dem Wasserspiegel finden sich hier wohlgeschichtete, horizontal gelagerte, mergelige Glaukonitsande, welche weniger leicht in der Richtung der Schichtung sich spalten als der Quere nach in grob griffelförmige oder holzfasrige Stücke zerfallen, wodurch sie sich von dem höher folgenden Blättermergel und Sandsteinen wesentlich unterscheiden. In dem grobkörnigen, der Erhaltung der Conchylien nicht günstigen Material finden sich nicht gerade selten *Natica helicina* und *Tellina* cf. *Schoeni*, *T. ottnangensis*, *Corbula gibba* neben zahlreichen Einschlüssen, deren dürftiger Erhaltungszustand eine genaue Artbestimmung nicht gestattet. Die höheren Schichten des Profils, welche von dem erwähnten Blättermergel und Sandstein zusammengesetzt werden, liegen nach Schätzung ungefähr 60 m. über dem Flusse und sind hier nicht direkt zugänglich.

Die tieferen Lagen finden sich auch in einer Grube bei Neu-Wartenberg gut aufgeschlossen.

Besonders bemerkenswerth ist eine Stelle in dem neben der Strasse von Alt-Wartenberg gegen Neu-Wartenberg herabziehenden tiefen Wassergraben nahe da, wo derselbe seinen Anfang nimmt. Hier sind die obersten Lagen der mergelig-sandigen Schichten unmittelbar unter dem Quarzgeröll in einem leicht zugänglichen Aufschlusse blossgelegt und es lässt sich folgende Schichtenreihe von oben nach unten beobachten:

1) Unmittelbar unter dem z. Th. rostfarbig angelaufenen, nicht sehr festen Quarzgerölllager folgen grünlichgraue, streifenweise gelb verwitternde thonige Schichten mit einzeln eingestreuten Rollstöcken von Quarz, was für eine Art Uebergang zu dem hangenden Schotter spricht. Einzelne Streifchen sind kohlig und scheinen die Lage des Hausrucker Braunkohlenflötzes anzudeuten.

2) Darunter legt sich ein nicht sehr mächtiger (3 m.)

gelblicher Sand an von ähnlicher Beschaffenheit, wie er auch bei Wolfsegg im Liegenden der Flötzregion angetroffen wird.

3) Dieser Sand geht nach unten durch Einschaltung von Mergel und mergeligen Sanden, welche sich leicht in dünne Platten zerspalten lassen in den sog. Blättermergel und -Sand über, in welchem mehrfach ganz zerfetzte Trümmer von Pflanzen eingeschlossen sind (2 m).

4) Darunter breiten sich dann in ziemlicher Mächtigkeit mergeliger, glaukonischer Sand und weiche Sandsteine aus, deren oberste Lagen zahlreiche Ueberreste von Meeresconchylien umschliessen. Das leicht zerbröckernde Gestein gestattet nur selten ganz gut erhaltene Exemplare zu sammeln; daher lässt sich trotz des namhaften Reichthums an Versteinerungen nur eine kleine Anzahl von Arten angeben. Am häufigsten ist eine der *Tellina ottnangensis* am nächsten stehende Muschel. Mehr vereinzelt finden sich *Tellina donacina*, *Tellina compressa*, *Mactra triangula*, *Mesodesma cornea*, *Lucina Dujardini*, *Nucula nucleus*, *Nucula Ehrlichi*, *Buccinum subquadrangulare*, *Natica helicina*, *Trochus conulus* (aff. *T. Sturi*). So klein diese Zahl bestimmbarer Ueberreste auch an sich ist, so gibt sich daraus doch eine Aehnlichkeit, um nicht zu sagen Gleichheit, mit der Fauna des Schliers von Ottnang unzweideutig zu erkennen. Wir haben auch in diesen Schichten, wie wir später sehen werden, den gleichen geologischen Horizont, den wir im Ottnanger Schlier wieder finden werden, vor uns.

Die Aufschlüsse bei Vöcklabruck liegen nur mehr etwa 12 klm. von der Schlierfundstelle bei Ottnang entfernt. Bevor ich über die dort beobachteten Lagerungsverhältnisse Bericht erstatte, scheint es jedoch zweckentsprechend, vorerst die dem Alpenfusse gegenüberstehenden Miocänablagerungen am Rande des schwäbisch-bayerischen Jurage-birgs und des ostbayerischen Urgebirgs näher zu schildern.

II. Die miocänen Tertiärablagerungen am Rande des Donauthales.

Was diese Bildungen in den südwestlichsten Gegenden dieses Gebiets im Kanton Aargau, am Randen und im Schwäbischen bis Ulm anbelangt, so darf hier auf die ausführlichen Mittheilungen von Merian, Mösch, Schill, Probst, Miller u. A. verwiesen werden, welche schon früher (S. 234 u. ff.) kurz erwähnt worden sind. Es möchte nur von den berühmten, versteinerungsreichen Fundpunkten in der Miocänmolasse von Baltringen und Ermingen zu erwähnen sein, dass in deren Fauna sich grosse Analogien mit den tiefsten Lagen der subalpinen Miocänmolasse bemerkbar machen.

In der Umgebung von Ulm, mit welcher wir unsere näheren Betrachtungen beginnen, begegnen wir neuen Elementen in der Entwicklungsreihe der Tertiärablagerungen. Es treten hier nämlich typische Landschneckenkalke, wie jene von Hochheim im Rheinthale in beträchtlicher Ausdehnung in den Schichtenverband ein und zugleich nehmen auch brackische Ablagerungen einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Miocänbildungen.

Ueber die Aufeinanderfolge dieser Schichten in der Gegend von Ulm hat bereits Miller in der Abhandlung: „Das Tertiär am Hochsträss“ [1]) nähere Aufschlüsse gegeben, welche auch durch Sandberger bestätigt worden sind. Darnach liegen folgende Schichtenabtheilungen hier in abwärts gehender Ordnung über einander:

1) Die jüngere Süsswasserbildung ist theils als Süsswasserkalk mit *Helix sylvestrina* (nach Sandberger mit *Helix sylvana*), theils als Sand, Sandstein mit thonigen und mergeligen Zwischenlagen entwickelt und enthält in ein-

1) Württemberg. Naturwiss. Jahresh. 27. Jahrg. 1871 S. 118 und S. 272.

zelnen Schichten Kalkschalen von Land- und Süsswasser-Conchylien[1]) oder in kohligen Einlagerungen Pflanzenreste. Unter den Conchylienüberresten sind hervorzuheben:

Planorbis laevis
„ *solidus*
„ *Mantelli*
Ancylus cf. *deperditus*
Limneus pachygaster
Melania turrita
Cyclostoma conicum
Melanopsis Kleini (praerosa)
„ *callosa*
Neritina fluviatilis
Neritina conulata
Anodonta spec.
Helix sylvana (sylvestrina)
„ *coarctata*
„ *inflata*
„ *involuta*
„ *giengensis*
Bulimus spec.
Glandina aff. antiqua

2) Brackische Bildungen (Kirchberger Schichten) bestehen in einer Mächtigkeit von 18—30 m. aus grünlich grauen Thonen, Mergelschichten, plattigen Sandsteinen und Sanden. Es finden sich darin:

Planorbis solidus in den obersten Kalkmergellagen
Limneus pachygaster in den gleichen Lagen
Limneus obovatus
Paludina tentaculata
Melania turrita
Litorinella acuta
Ancylus spec.
Helix involuta
Unio Eseri
Dreissenia amygdaloides
„ *claviformis*
Cardium sociale
„ *solitarium*
„ *friabile*
„ *jugatum*
Neritina sparsa
Melanopsis impressa
Zahlreiche Fische z. B. *Cyprinus*
Reste von Schildkröten.

3) Meeressand, Grimmelfinger- oder Graupensand gegen 14 m. mächtig (Erminger Muschelsand) mit *Oxyrhina hastalis.*

4) Aeltere Süsswasserbildungen und Rugulosakalke in einer Mächtigkeit von 30—60 m. am Hochsträss, (sonst auch weit weniger mächtig) bestehen in ihren obersten

1) Land- und Süsswasser-Conchylien d. Vorzeit S. 552.

Lagen aus grauen, meist versteinerungsleeren Letten; darunter folgen Mergel und Sande mit Schiefer- und Plattenschichten, welche Pflanzenreste, kleine *Planorbis*-Schalen und Säugethiere-Reste (Hauptlager) umschliessen. Die unteren Lagen nehmen glimmerreiche Sande, gelbgefleckte Mergel, Bohnerze, in rothen Thon eingebettete Kalkknollen und die meist oolithischen, röthlich braun gefärbten, z. Th. Aphalthaltigen Rugulosakalke ein. Am charakteristischsten sind für diese Schichten folgende organische Einschlüsse: *Helix rugulosa*, *H. Ramondi*, *Glandina gracilis*, *Cyclostoma bisulcatum* und *Planorbis solidus*.

Sandberger hat die brackischen Bildungen als Kirchberger-Schichten bezeichnet und in einem nach Eser gegebenen Profile näher beschrieben. In dem schönen Aufschlusse an der Iller zwischen Ober- und Unter-Kirchberg habe ich in absteigender Reihenfolge nachstehende Einzelschichten unterscheiden können:

1) Quarzschotter mit Geröllen aus harten Gesteinsarten der Alpen, namentlich von Flysch (2 m.),

2) grünen Mergel mit Kalkgeoden (1,75 m.),

3) grauen Mergel (0,5 m.).

4) Gelblich weisser und sandig-glimmeriger Thon mit einer kohligen Zwischenschicht (3,25 m.) enthält zahlreiche, meist abgerollte Schalen vom *Anodonta* cf. *Lavateri*,

5) Gelber, kalkiger Mergel nach unten in einen schwarzen bituminösen Thon (0,3 m.) übergehend, umschliesst *Anodonten*-Schalen und *Planorbis solidus*. Darunter folgen:

6) gelblich grauer, kalkiger Mergel mit sandigen und bituminösen Zwischenlagen (2,8 m.),

7) harter, gelblicher Mergelkalk mit *Anodonten*, *Hydrobia semiconvexa*, *Bythinia gracilis*,

8) sehr feiner grauer Thon voll von Fragmenten von

Anodonten-Schalen, Deckeln von *Bythinia gracilis (Paludina tentaculata Kr.)* und *Chara*-Samen.

9) wechselnde Bänke von gelblichem Kalkmergel, schwarzem, Pflanzen-führendem Thon, gelbem, kreideartigem Mergel und dünngeschichtetem Mergelschiefer mit zahlreichen Pflanzen- und Fischresten (3 m.),

10) fester, weisslicher Kalkmergel (0,3 m.),

11) weiche, dünngeschichtete Mergel (4 m.) reich an Schwefelkies und erfüllt von *Cingula conoidea* (*Paludina*), *Cardium sociale*, *Unio Eseri*, von Fischen: *Smerdis formosus*, *Clupea gracilis*, *C. lanceolata*, *C. ventricosa*, *Gobia multipennatus* und kleinen Pflanzentheilchen,

12) thonige Lumachellbank mit zahlreichen *Cardien (C. sociale*, *C. solitarium*, *C. jugatum*, *C. friabile* u. A.) und *Dreissenien* (*D. amygdaloides*, *D. claviformis*) (0,2 m.) der brackischen Fauna,

13) gelblicher Sand mit thonigen Zwischenlagen (1 m.). Hierin finden sich mehrere Arten von *Cardium* und *Paludina* (*Melantho) varicosa* neben *Oncophora socialis* Rz. (*Tapes Partschi* C. M., *Venerupis Guembeli* M. Hörn*)*.

14) Grünlich grauer, lockerer Sand mit *Paludina varicosa* und *Unio Kirchbergensis* (5 m.) bildet das Schlussglied.

Die tieferen Schichten liegen unter dem Wasserspiegel und Flussbett der Iller verdeckt.

Diese brackischen Kirchberger Schichten sind an zahlreichen Stellen des südlichen Steilufers der Donau bei Leipheim und Günzburg gleichfalls aufgeschlossen und von Wetzler mit grösster Sorgfalt untersucht worden. Auch am Nordrande des Donauthales wurden in Dillingen bei Brunnengrabungen diese Schichten aufgefunden. Der letzte bisher bekannte Aufschluss ist am Steilgehänge von Landstrost in der Nähe des Bahnhofs von Neu-Offingen. Das vollständigste Profil trifft man in der Reisensburg bei Günzburg an. Die von mir hier aufgenommene Lagerungsfolge beschränkt sich jedoch

auf die über den eigentlichen brackischen Schichten liegenden obermiocänen Süsswasser- und fluviatilen Glieder, welche nur einzelne, vielleicht ausgeschwemmte brackische Conchylienreste enthalten.

1) Zu oberst liegt sandiger Löss und darunter Schotter aus Quarz-, Hornstein- und harten Flyschgestein-Rollstücken, welche in einem gelben sandigen Lehm eingebettet sind.

2) Glimmerreicher, streifenweise eisenschüssiger gelber lockerer Sand ohne feste Concretionen, nur in den tiefen Lagen mit kleinen Eisengraupen, liegt darunter. Einzelne thonige Zwischenlagen umschliessen dürftig erhaltene Pflanzenreste (20 m.).

3) Grauer Mergel mit Kalkgeoden und sandig-schiefriger, weisslicher Mergel enthalten in kohligen Zwischenlagen schöne Pflanzenreste vom Typus der Oeninger Flora (*Padogonium Knorri)* (7 m). Dann folgen:

4) loser, glimmerreicher, eisenschüssiger Sand (0,25 m.) mit Kohlenconcretionen und Conchylienresten: *Planorbis solidus*, *Limneus pachygaster*, *Helix Mattiaca* u. A.,

5) weisser Sandmergel (0,5 m.) voll von guterhaltenen Pflanzenresten wie in 3),

6) grauer, klüftiger Sandmergel ohne Versteinerungen (2,5 m.) nach unten in eine Art kalkige Breccie mit Schalentrümmer übergehend,

7) heller Sand mit Mergelknollen, unten in eisenschüssige Lagen übergehend, mit zahlreichen eisenrostigen Pflanzenstengeln und Conchylien-Resten, besonders *Unionen* (*U. Mandelslohi*, *U. Wetzleri*, *U. flabellatus*), *Melania Escheri*, *Planorbis solidus*, *Limneus dilatatus*, *Helix sylvana*, *Neritina crenulata* (7 m.). Schwarze Mergel mit den gleichen Conchylien und eine Lage grauen, sandigen Mergels von geringer Mächtigkeit trennt diese versteinerungsreiche Schicht von der Hauptversteinerungsbank,

8) klüftiger Sandmergel mit Zwischenlagen von grauem Sand (9 m.). Hier kommen neben den schon in 7) bezeich-

neten Conchylien auch spärlich *Dreissenia amygdaloides* (vielleicht aus dem Untergrunde eingeschwemmt) und ausserdem zahlreiche Wirbelthierreste: *Chalicomys Jaegeri*, *Mastodon angustidens*, *Hyotherium Soemmeringi*, *Anchitherium aurelianense*, *Palaeomeryx minor*, *P. pygmaeus*, *P. Scheuchzeri*, Reste von Krokodil und Schildkröten vor.

9) Harter Mergel mit *Helix sylvestrina* und sandiger Mergel mit Pflanzeneinschlüssen (0,75 m.) folgen darunter.

10) Die tieferen Schichten liegen jetzt unter dem Altwasser und Thalschutt begraben, waren aber zur Zeit des Eisenbahnbaus noch aufgeschlossen. Es sind sandige Mergel, in welchen nach Wetzler sich Fischreste (*Lebias cephalotes*) und ein Frosch (*Rana danuvica*) fanden.

An dem Landstrost-Gehänge sind besonders die tieferen Lagen bemerkenswerth. Die höheren Glieder der Schichten sind hier überstürzt. Darunter folgen nun:

1) sog. Phohsande, klüftige lockere Sande mit harten Concretionen ohne namhafte Versteinerungen (5 m.) ungefähr dem Nr. 6) des vorigen Profils entsprechend;

2) blassröthlicher Mergelsand mit Gypskrystallen und organischen Ueberresten, wie in Schicht 7) des vorigen Profils. Ausserdem kommen hier Zähne von *Mastodon angustidens* (1 m.) vor. Tiefer folgen:

3) dünnschiefrig gelagerter, grünlich gelber Sand ohne bemerkenswerthe Einschlüsse (5 m.);

4) klüftiger, sandiger Mergel mit *Mastodon angustidens* (1 m.);

5) grauer Sand mit Kohlenresten und Pflanzenresten (5,5 m.);

6) grauer, rauher Sand mit Mergelknollen und sehr zahlreichen organischen Einschlüssen wie in Nr. 8 des vorigen Profils (2,5 m.). Bemerkenswerth ist hier die grosse Anzahl von brackischen Conchylien: *Dreissenia amygdoloides*, *Dr. claviformis*

und *Cardium sociale* neben Süsswasser- und Landconchylien und Wirbelthierresten der oberen Süsswassermolasse. Wahrscheinlich finden sich die Schalen der brackischen Conchylien hier nur auf sekundärer Lagerstätte. Die tieferen Schichten liegen unter Wasser und Thalschutt.

Während am Südgehänge der Donau in dieser Gegend ältere Ablagerungen nicht entblösst sind, zeigen sie sich an zahlreichen Stellen, meist auf Jurakalk aufgelagert, in dem nördlich der Donau gelegenen Gebiet als Fortsetzung der Bildungen bei Ulm. Es sind sowohl ältere, sog. Landschnecken- (Rugulosa-) Kalke, als jüngere, vielfach mit ersteren verwechselte Landschnecken- (Sylvana-) Kalke und marine Sande mit zahlreichen Einschlüssen namentlich von *Ostrea crassissima*, welche an vielen Stellen auftreten. Die Altersbeziehungen dieser Schichten zu einander sind jedoch desshalb hier sehr schwierig zu erkennen, weil die Ablagerung der Sedimentgebilde auf einer sehr ungleichen Unterlage des Jurakalks erfolgte, so dass die gleichalten Schichten auf sehr ungleichem Niveau bald in tieferen Lagen zum Vorschein kommen, bald auf beträchtlich höheren Stellen auftreten. Dazu kommt, dass es bei der Unbeständigkeit in der petrographischen Beschaffenheit mancher Schichtencomplexe und bei dem häufigen Eintreten von Faciesbildungen oft schwierig ist, die an der einen Stelle gewonnenen Resultate an einem anderen, selbst benachbarten Orte wieder benützen zu können. Es sind daher die sichere Aufschlüsse gebenden Profile hier nur sehr vereinzelt aufzufinden. Eine der lehrreichsten Entblössungen findet sich am Dorfe U. Mödlingen N. von Gundelfingen, wo sich nachstehende Schichtenolge von oben nach unten beobachten lässt:

1) Unter der sandigen Ackererde geht im Hohlwege des Dorfes typischer, glaukonitischer Meeressand mit zahlreichen Exemplaren von *Ostrea crassissima* (fast ausschliesslich) zu Tag aus, welcher nach unten mit einer festen Sand-

steinplatte abschliesst. Darunter folgt in gleichförmiger Lagerung

2) Landschneckenkalk und zwar:
   a) wechselnd in festeren und weicheren Lagen mit *Helix rugulosa*;
   b) feste schwarzfleckige Kalke und weiche, weissliche und schwärzliche Mergel mit *Helix rugulosa* und *Chara*-Samen;
   c) fein oolithischer, kreidiger Kalk;
   d) thoniger, unregelmässig oolithischer, oft in eine Art Bohnerzbildung übergehender Kalk mit Geoden von Kalkspathkrystallen;
   e) gelbliche Pisolithkalke, kreidig weiche, mergelige Kalke und grünliche Mergel auf der ungleich vertieften, löcherigen Unterlage des Juraplattenkalks unmittelbar abgesetzt;
3) plattiger Jurakalk.

Es ist also durch dieses, sowie auch durch andere Profile ausser Zweifel gestellt, dass der Rugulosa-Kalk gleichförmig von dem *Ostrea crassissima* enthaltenden Meeressande direkt überlagert wird und nicht etwa bloss als eine Facies des letzteren angesehen werden darf.

Dieses Profil bei Mödlingen wird wesentlich vervollständigt durch die Aufschlüsse bei Stotzingen, Rammingen Asselfingen und Dettingen. Ueber dem Jurakalke sind hier überall Bänke von knolligen, unregelmässig oolithischen Kalken und grüngrauen, sog. Bohnerz-Mergeln oder -Letten gelagert, welche abgesehen von ihrer charakteristischen Gesteinsbeschaffenheit auch durch den Einschluss von *Helix rugulosa* sich als ältere Landschneckenkalke zu erkennen geben. Eine Verebnung von nur wenigen Metern Mächtigkeit, welche meist von Ackererde bedeckt, den direkten Zusammenhang der Schichtenfolge unterbricht, trennt diese Kalkschichten von dem höher gelagerten Meeressande. Die tiefsten Schichten des

letzteren bestehen in dem Steinbruche von Rammingen aus grobkörnigem, lockerem Sande mit meist zerbrochenen Schalen von *Ostrea*, *Pecten*, *Cardium*, *Turritella*, *Ficula*, *Balanus*, welche alle zu dem Formkreis der Versteinerungen der tiefsten Lagen der oberen Meeresmolasse gehören. Die Sandschichten zeigen eine sehr ausgeprägte Anwachsstreifung.

Darüber folgen ziemlich feste, zu Werksteinen verarbeitete, glaukonitische Sandsteine (2 m.), dann nach oben grobkörnige Sande mit weissen Mergelknollen und Streifen, ziemlich versteinerungsleer (3 m.). Die Oberfläche dieser Lage ist unregelmässig und sichtlich durch Erosion ausgefurcht. Der aufliegende, grobkörnige, glaukonitische Sand mit weissen Mergelknollen füllt diese Unebenheiten wieder aus und enthält Zwischenlagen von weichem, feinem Sande (3,5 m.). Hier fanden sich nun die meisten organischen Ueberreste, namentlich (nach den Aufsammlungen von Hr. Wetzler) *Ostrea crassissima*, *O. giengensis*, *O. tegulata*, *emarginata*, *O. caudata*, *Pecten solarium*, *P. palmatus*, *P. burdigalensis*, *P. pusio*; *P. opercularis*, *Pectunculus violacescens*, *Arca Fichteli*, *Cardium edule*, *Tapes helvetica*, *Panopaea Menardi*, *Cardium tuberculatum*, *C. echinatum*, *C. edule*, *Natica saucatsensis*, *Ficula clava*, *Turritella turris* und viele Fischzähne. Diese Versteinerungen wurden jedoch nicht getrennt aus dieser Schicht, sondern aus den verschiedenen Lagen gesammelt.

Den Abschluss nach oben bilden hier dünnplattig geschichtete Sandsteine.

In anderen Aufschlüssen bemerkt man drei bis vier verschiedene, versteinerungsreiche Lagen, welche durch versteinerungsleere oder -arme Zwischenschichten getrennt sind. Seltener legt sich der marine Sand, wie bei St. Georgen unfern Bachhagel, unmittelbar auf Jurakalk an und in solchen Fällen zeigt sich dann der Jurakalk häufig von Bohrlöchern angenagt.

Bei Dettingen stellt sich nun über dem marinen Sande ein grüner, sandiger Mergel ein, der eine grosse Aehnlichkeit mit den brackischen Schichten besitzt. Er geht nach oben durch Aufnahme von Kalkknollen in einen unregelmässig geschichteten Kalk mit *Helix sylvana* über. Aehnliche Verhältnisse zeigen die Aufschlüsse von Hohen-Memmingen, bei Giengen gegen den Schellenberg aufwärts und bei Zöschingen, wo Breccienkalke die Stelle des oberen oder Sylvanakalks einnehmen.

Es geht aus diesen Aufschlüssen hervor, dass die Sylvanakalke nördlich der Donau die kalkige Facies der sandigen und mergeligen obermiocänen Schichten ausmachen, wie letztere bei Günzburg entwickelt sind. Die zwischen ihnen und den tieferen Meeressandsteinen eingeschalteten grünen Mergel und Thone können demnach als Aequivalente der brackischen Kirchberger Schichten betrachtet werden.

Was den Meeressand selbst anbelangt, so geben die verschiedenen, übereinander liegenden Bänke, welche Versteinerungen enthalten, der Vermuthung Raum, dass in denselben mehrere, im Alter verschiedene Miocänstufen vertreten sind. Auch die organischen Einschlüsse scheinen darauf hinzuweisen, dass die tiefsten Lagen dieses Sandes untermiocänen Ablagerungen entsprechen. Doch reichen die bisher gewonnenen Resultate nicht aus, um die Ausscheidung von mittelmiocänen und von untermiocänen marinen Sanden sicher und scharf durchzuführen.

Verfolgt man nun die Miocänablagerungen weiter ostwärts in ihrer Ausbreitung in dem nördlichen Theile der bayerischen Hochebene und in den dieser zunächst angeschlossenen bergigen Gebieten nördlich von der Donau, so macht sich eine merkwürdige Verschiedenheit zwischen West und Ost bemerkbar.

Die marinen Miocänschichten erreichen bereits bei

Donauwörth, wo die letzten Spuren bei dem Eisenbahnbau am Tunnel, nämlich grüne Mergel und Sande mit *Ostrea crassissima* aufgeschlossen worden sind, auf weite Strecken ihr Ende und die ihnen folgenden brackischen Sedimente der Kirchberger Schichten sind ostwärts nicht über Offingen und Dillingen hinaus verbreitet. Das ganze flache und hügelige Gebiet zwischen dem Alpenvorlande und der Donau wird, soweit der Untergrund den Tertiärgebilden überhaupt angehört, von grünlich-grauen, vorherrschend mergeligen, meist glimmerreichen Sanden, ebenso gefärbten, oft gelbgefleckten Mergeln und selten zu mächtigen Bänken verfestigten Geröll- oder Conglomeratlagen zusammengesetzt. Die Geröllbänke nehmen der Hauptsache nach zwar ihre Stelle über den Sanden und Mergelschichten ein, finden sich aber auch vielfach in mehreren Zwischenlagen vor. Dabei lässt sich wahrnehmen, dass, während die Rollstücke in den westlichen Gegenden aus verschiedenen harten, vorherrschend aus Flyschschichten stammenden Alpengesteinen und aus Quarz bestehen, ostwärts mehr und mehr ein fast reines Quarzgerölle sich herausbildet, welches stellenweis durch krystallinisches quarziges Bildemittel verkittet in ein sehr festes Quarzconglomerat übergeht.

In diesen Schichten sind organische Ueberreste sehr selten. Bis zum Lechthal hin kommen zwar noch ziemlich häufig im lockeren Sande *Helix sylvana*, *Melania Escheri*, *Unio flabellatus* vor. Weiter ostwärts aber werden auch diese Einschlüsse seltener. Am häufigsten wurden in diesem Gebiete Zähne von *Mastodon angustidens*, seltener Ueberreste von *Dinotherium bavaricum* (nicht *giganteum*) aufgefunden.

Etwas häufiger sind Pflanzeneinschlüsse z. B. in Freising und selbst Kohleneinlagerungen anzutreffen. Die Pflanzen tragen das Gepräge der Oeninger Flora an sich.

Zwischen diesen am Nordrande des grossen Tertiärbeckens hinziehenden, älteren miocänen Ablagerungen und

den gleichalterigen Gebilden, welche im Süden in dem Vorlande der Alpen vom Bodensee über Kempten bis zum Peissenberg, Chiemsee und Waginger See fort sich erstrecken, dehnt sich die grossartige, in Mittel 80 klm. breite, selbst auf 150 klm. sich erweiternde, allmählig zur Donau abgesenkte Hochfläche zwischen Iller und Inn-Salzach aus, deren Untergrund obermiocäne Süsswassermolasse und ihr entsprechende Schichten ausfüllen. In den westlichsten Strichen sind es im alpinen Vorlande grünlichgraue Mergel und Thone, welche, mit meist zu festem Conglomerat verbundenen Geröllbänken (Nagelfluh) im vielfachen Wiederholen wechsellagernd und nicht oder nur wenig aus der horizontalen Lage verrückt, in beträchtlicher Breite nordwärts sich erstrecken, um hier nach und nach in eine mehr sandige, mit Geröllbänken wechselnde Bildung überzugehen. Im südlichen Striche findet sich darin die merkwürdige Pechkohlenablagerung von Irrsee, deren begleitende Thonlagen eine sehr charakteristische obermiocäne Fauna mit *Ancillus deperditus*, *Cyclostoma Lartetii*, *Planorbis declivis*, *P. cornu*, *P. laevis*, *Limneus dilatatus*, *Helix sylvana*, *H. insignis*, *H. inflexa*, *H. punctigera* beherbergen und dadurch die Gleichalterigkeit dieser Pechkohlenbildung mit den Braunkohlenflötzen von Regensburg und im Hausrucksgebirge erkennen lassen.

Auch innerhalb des angeschlossenen, nördlich der Donau gelegenen Juragebirgs stellen sich obermiocäne Ablagerungen in der Süsswasserfacies der Sylvana-Kalke an zahlreichen Punkten ein, welche kleinere Einbuchtungen im Jurakalke ausfüllen. Zu ihnen gesellen sich bei Regensburg, wie schon erwähnt wurde, ziemlich ausgedehnte Braunkohlenablagerungen, welche z. B. bei Undorf[1]) eine sehr reiche Fauna der Sylvana-Schichten beherbergen und bei Sauforst in Wech-

1) v. Ammon: Der Durchstich bei Undorf in Corr.-Bl. d. zool. min. Ver. zu Regensburg 1871 Nr. 9.

sellagerung mit Diatomeenschiefer eine Decke von weissem Quarzgeröll über sich tragen. In dem Urgebirgsgebiete sind N. von der Donau keine derartigen Kalkablagerungen bekannt, wohl aber kommen in Einbuchtungen auch hier Braunkohlenbildungen von gleichem Alter, wie jene bei Regensburg vor.

Erst in der grossen Bucht, welche von dem über die Donau weit nach Süden vorspringenden Urgebirge bei Passau (Neuburger Wald) in Bayern und in dem Haugsteingebirge in Oesterreich gebildet wird, begegnen wir wieder marinen, glaukonitischen Sandablagerungen, ähnlich jenen bei Ulm, welche sich südwärts durch das Hausruckgebirge, den Kobernauser Wald und die Haunsberge verbreiten und mit den alpinen miocänen Meeresablagerungen verbinden.

Ihnen folgen nun in einer ziemlich beträchtlichen Ausdehnung zwischen den unteren Thalstrecken der Vils und des Inns ungemein versteinerungsreiche brackische Ablagerungen, welche ganz unverkennbar den Typus der Kirchberger Schichten bei Ulm an sich tragen. Zugleich stellt sich neben ihnen jene hellgraue Mergelbildung mit ihren charakteristischen organischen Ueberresten ein, welche in dem benachbarten oberösterreichischen Gebiete bei Ottnang bekannt und unter der Bezeichnung Schlier in neuester Zeit zu einer weitverbreiteten, orientirenden Stufe im mediterranen Tertiär erhoben worden ist.

Endlich breiten sich in den höheren Lagen noch Braunkohlenbildungen, wie im Hausruckgebirge, und zuletzt mächtige, weisse Quarzgerölle aus, durch welche die vollständige Analogie mit dem Vorkommen dieser Schichten in Oberösterreich hergestellt wird.

Das Zusammentreffen so zahlreicher, meist versteinerungsreicher Miocängebilde stempelt diese nordöstliche Bucht des niederbayerischen Tertiärgebiets zu einem be-

sonders interessanten, in welchem nur das Vorkommen von älteren, vormiocänen Tertiärsedimenten vermisst wird.

Es ist als sehr bemerkenswerth hervorzuheben, dass sich hier nirgendwo auch nur eine Spur des Landschnecken-Rugulosa-Kalks hat auffinden lassen. Dafür nehmen marine Ablagerungen von gleichem Typus, wie jene am schwäbischen Albrande, die tiefste Stelle in der Reihe der Tertiärgebilde unmittelbar über Urgebirgsgestein oder mesolithischen Kalken ein.

Zu den versteinerungsreichsten derartigen Ablagerungen gehören die in einer sackartigen Vertiefung abgesetzten harten Mergel und gelben Sande in der Nähe des sogenannten Aichbergers bei Hausbach W. von Passau und die mergeligen Sande im Jurakalksteinbruche von Söldenau bei Ortenburg in derselben Gegend.

Die behufs der Gewinnung von Mergel zum Düngen der Aecker eröffneten Gruben bei dem Aichberger sind leider jetzt wieder verschüttet.

Man könnte diesen Mergel gemäss seiner petrographischen Beschaffenheit nach oberösterreichischer Bezeichnungsweise gleichfalls Schlier nennen.

Hier fanden sich zahlreiche, gut erhaltene Versteiuerungen, von welchen bereits M. Hörnes in seinem grossen Werke mehrere Arten unter der Fundstätte-Bezeichnung „von Vilshofen und Hausbach" anführt. Dr. Egger sammelte aus diesen Schichten und aus dem unter gleichen Verhältnissen auftretenden Mergel bei Habüchler:

Ostrea giengensis
„ *digitalina*
„ *lamellosa*
„ *caudata*
„ *Hoernesi*
„ *cochlear*
Anomia costata
Pecten solarium Gdf.
Lucina miocaenica
„ *borealis*
„ *columbella*
„ *transversa*
Venus umbonaria
„ *plicata*
Cytherea pedemontana
„ *erycina*

Pecten Malvinae
„ *pectoralis*
Arca diluvii
Pectunculus pilosus
„ *Fichteli*
Limopsis aurita
Leda pella
Cardium sociale
„ *discrepans*
Conus antediluvianus
„ *ventricosus*
Ancillaria glandiformis
Terebra plicatula
Buccinum Caronis
Pseudoliva Brugadina
Oliva flammulata
Chenopus pes pelecani
Cassis sulcosa
Murex capito
„ *scalaris*
Pyrula rusticola
Ficula reticulata
„ *clava*
Nassa badensis
Cerithium scabrum
Natica helicina
„ *redempta*
„ *Josephinae*
Chemnitzia cf. *Reussi*
Pyramidella plicosa
Turritella cathedralis
„ *Riepeli*
„ *turris*
Diplodonta rotundata
Dosina Adamsoni
Erycina ambigua
Corbula gibba
Panopaea Menardi
Lutraria latissima
Solen subfragilis
„ *coarctatus*
Pholas cylindrica
Pleurotoma subangula
„ *obeliscus*
„ *Schreibersi*
„ *interrupta*
„ *porrecta*
„ *Jouanetti*
„ *semimarginata*
Scalaria pumicea
Trochus quadristriatus
„ *papillosus*
„ *patulus*
Xenophora Deshayesi
Calyptraea chinensis
Sigaretus clatratus
Dentalium entalis
„ *badense*
Balanus sulcatus
„ *balanoides*
„ *concavus*
„ *zonalis*
Lamna cuspidata
Aetobatis arcuatus
Zahlreiche Bryozoën.

Diese Fauna enthält einige ausschliesslich oder doch vorherrschend den sog. Horner Schichten zukommende Arten wie *Pectunculus Fichteli*, *Pecten Malvinae*, *Pecten solarium*, *Cytherea erycina*, *Dosina Adamsoni*, *Lutraria latissima*, *Solen coarctatus*, *Cassis sulcosa*, *Ficula clava*, *Turritella cathedralis*, *Sigaretus clathratus*. Dagegen fehlt aber eine Reihe anderer

spezifischer Horner-Arten wie *Pecten Rollei*, *P. palmatus*, *Mytilus aquitanicus*, *Cardium burdigalinum*, *C. Kuebecki*, *C. cingulatum*, *Mactra Bucklandi*, *Cerithium plicatum*, *Buccinum Veneris*, während eine Anzahl anderer Arten, namentlich die ziemlich zahlreichen *Pleurotomen* sonst einem höheren Horizont angehören. Letzteres Verhalten lässt sich durch die eigenthümlich schlammig thonige Beschaffenheit des die Versteinerungen einschliessenden Materials zureichend erklären, welche eine besondere, der Beschaffenheit einiger jüngerer Meeresbuchten entsprechende Eigenthümlichkeit der Lebensbedingungen an dieser Stelle voraussetzt. Es dürfte daher trotzdem nach dem charakteristischen Habitus der Gesammt-Fauna diese Ablagerung als gleichalterige mit den tieferen Schichten im Horner Becken (Loibersdorf-Gauderndorfer Schichten) anzusehen sein.

Ganz in der Nähe legen sich nun in analoger Weise wie bei dem Aichberger vorherrschend sandige Sedimente unmittelbar auf älteres Gestein auf, wie bei Söldenau, Buchleiten und bei Kemating. Zwischen Söldenau und Maierhof sind die tiefsten Tertiärschichten durch grossartige Steinbrucharbeiten behufs Gewinnung des dort mächtig anstehenden Jurakalks im Abraum desselben oft auf weite Strecken aufgedeckt. Es zeigt sich hier der Kalksteinuntergrund der Tertiärablagerungen vielfach von Bohrlöchern angenagt, wie bei Ulm und mit einer Rinde von Brauneisenstein oder Glaukonit überzogen, an einer Stelle auch durch tiefe Strudellöcher ausgehöhlt. Es beweist dies, dass wir hier einen alten Meeresboden in vollständiger Erhaltung vor uns haben.

Theils unter braunem Löss, theils unter verschwemmtem Quarzgerölle lagernd zeigen sich in diesen Aufschlüssen folgende Schichten (von oben nach unten) entblösst:

1) grober, gelber Sand mit Knochenresten (0,5 m.);

2) grünlicher Thon theils in dünnen Schichten wechsellagernd mit fein- und grobkörnigem gelblich grauem Sande,

theils in letzteren nesterförmig oder in Concretionen abgesondert (2 m.);

3) grober Sand mit vielen Versteinerungen, namentlich mit *Pecten* und *Ostreen* (1,5 m.),

4) feiner, gelber und z. Th. glaukonitischer Sand fast ohne Versteinerungen (1,25 m.).

5) Als tiefste Tertiärlage finden sich unmittelbar auf Jurakalk ein grosskörniger, trümmeriger Sand (0,5 m.) und dunkelgrauer Mergel voll von Foramiferen.

Aus diesen Schichten, namentlich aus dem groben Sande 3) stammen die im Folgenden angeführten Versteinerungen:[1])

Ostrea crassissima
„ *giengensis*
„ *Hoernesi*
„ *Boblayi*
„ *fimbriata*
„ *digitalina*
„ *cochlear*
„ *cymbula*
„ *caudata*
„ *lacerata*
„ *undata*
Anomia costata
Pecten solarium Gdf.
„ *Beudanti*
„ *burdigalensis*
„ *scabrellus*
„ *opercularis*
„ *Malvinae*
„ *substriatus*
„ *Rollei*
„ *restitutensis* Font.
Terebratula grandis
Turritella Riepeli
„ *cathedralis*
„ *turris*
Calyptraea deformis
Bulla lignaria
Trochus patulus
Fusus rostratus
„ *vigneus*
Pleurotoma strombillus
„ *Schreibersi*
Conus antedilanianus
Buccinum Caronis
„ *elegans*
Pyramidella sulcosa
Sigarethus clathratus
Balanus tintinnabulum
„ *sulcatus*
„ *balanoides*
„ *ornatus*
Lamna contortidens

1) Ein Verzeichniss dieser Versteinerungen habe ich bereits in der geog. Beschr. d. bayer. Alpen S. 766 in Zusammenfassung verschiedener Fundorte gegeben. In Folge neuerer Ansammlungen und Bestimmungen wird dieses Verzeichniss hier mit wesentlichen Verbesserungen versehen wiederholt.

Pecten venustus
„ *flabelliformis*
Pectunculus polyodonta
„ *pilosus*
Limnopsis aurita
Lucina borealis
„ *columbella*
„ *Dujardini*
Venus plicata
Solen subfragilis
Lamna cuspidata
„ *denticulata*
Aetobatis arcuatus
Notidanus primigenius
Carcharodon megalodon
Cidaris limaria
Bryozoën in wenigstens 25 Arten,
Wirbel und Stacheln von Fischen,
Knochen von Säugethieren, namentlich von Cetaceen.

Aehnliche versteinerungsreiche Ablagerungen finden sich an der Urgebirgsrande zwischen Ortenburg und Schärding an sehr vielen Stellen. Doch sind die Aufschlüsse selten so vollständig wie jene bei Ortenburg. Besonders reich an Bryozoën sind die sandigen Ablagerungen bei Kemading und eine bei den Wasserleitungsarbeiten in Langsambruckbach auf der Innseite des Neuburger Waldes N. von Dommelstadel aufgeschlossene, trümmerig bröckliche Kalkmasse, welche von Bryozoën-Ueberresten strotzt und in der auffallendsten Weise dem Eggenburger Nulliporenkalke gleicht.

Diese Lagen zeichnen sich im Allgemeinnn durch einen grossen Reichthum an Arten von *Austern* und *Pecten*, gegen welche fast alle anderen organischen Einschlüsse, die *Balanen*, *Bryozoën* und *Fischreste* etwa ausgenommen, in bemerkenswerther Weise zurücktreten, aus. Namentlich sind die *Gastropoden* verhältnissmässig nur schwach vertreten. Diese Fauna stellt sich gleichsam als eine Sandfacies jener vom Aichberger dar und spricht in ihrem Gesammteindruck mit Entschiedenheit für einen Vergleich mit den tiefsten Schichten im Hornerbecken und ausserdem mit den tiefsten Lagen der subalpinen und subjurassischen miocänen Meeresmolasse. Von anderweitigen Ablagerungen lässt sich bestimmter nur Fontanne's Miocène moyen, Langhien (?) et Helvetien I. in der Gruppe von Visan — die Molasse mit *Pecten praescabriusculus* — in Parallelen stellen.

Da in dem ganzen östlichen Gebiete des alpinen Vor-

landes diese trümmerige Bildung allerorts unmittelbar auf älteren Gesteinen aufgelagert ist und vielfach den Charakter eines Absatzes unmittelbar auf älterem Meeresboden an sich trägt, so wird dadurch der plötzliche Einbruch von Meerwasser über diese Länderstrecken angezeigt, mit welcher hier eine völlig neuer Abschnitt in der Entwicklungsgeschichte seinen Anfang nimmt. Es scheint daher diesen Verhältnissen am besten zu entsprechen, wenn man annimmt, dass mit diesem neuen Einbruch des Meeres auch der Anfang der Miocänzeit gegeben sei und dass aus diesem Grunde die tiefsten Ablagerungen dieser Zeit zur unteren Miocänstufe (tiefstes miocène moyen nach französischer Bezeichnungsweise, nicht miocène inférieur = Aquitanien) zu rechnen sind.

Eine weitere Bestätigung erhält diese Zuweisung durch das Vorkommen von sehr bezeichnenden *Squalodon*-Ueberresten (*Squalodon bariensis* aus dem Langhien des Drôme-Thales), über welche Zittel berichtet[1]) hat.

Ein wahrscheinlich der gleichen Art angehöriger Schädel aus den im Alter gleichstehenden Lagen der Sandgruben bei Linz liegt in dem dortigen Museum unter der Bezeichnung *Squalodon Grateloupi*.

Im Rottthale wurden diese merkwürdigen Ueberreste in nächster Nähe von ähnlichen Ablagerungen bei Bleichenbach unfern Pfarrkirchen und im unmittelbaren Anschluss an eine ungemein versteinerungsreiche Schicht bei Brombach, welche bei einer Strassencorrektion aufgeschlossen wurde, entdeckt. An dieser Stelle fanden sich in erstaunlicher Häufigkeit der Exemplare *Austern-*, *Pecten-* und *Pectunculus-* und *Arca*-Schalen neben verhältnissmässig wenigen anderen Versteinerungen, nämlich:

1) Zittel in 24. Ber. d. naturh. Ver. Augsb. 1877. S. 19. Ref. N. Jahrb. 1877. S. 874.

Ostrea fovealata
„ *flabellata*
„ *digitalina*
„ *fimbriata*
„ *lamellosa*
Pecten Malvinae
„ *pusio*
„ *scabrellus*
„ *praescabriusculus*
„ *venustus*
„ *compositus*
„ *rotundatus*
Arca diluvii
Pectunculus Fichteli
„ *violacescens*
„ *pilosus*
Avicula phalaenacea
Modiola Studeri
Congeria spec.
Cardium edule
Leda nitida
Leda fragilis
Nucula nucleus
Polia spec.
Cytherea pedemontana
Venus Dujardini
Lucina oblonga
Lutraria oblonga
Calyptraea chinensis
Trochus aff. *lingulatus*
Turritella Ruepeli
„ *turris*
Columbella curta
Mitra ebenus
Buccinum costulatum
„ *incrassatum*
Pleurotoma granulato-cincta
„ *calcarata*
Natica helicina
„ *Josephinae*
Lamna contortidens
Squalodon bariensis

Diese marinen Schichten sind hier in der Nähe des älteren Gebirgsrandes sehr verbreitet und reichen östlich in gleicher Ausbildung über den Inn in das oberösterreichische Gebiet. Hier sind diese tiefsten Tertiärlagen zunächst an den Kellern von Schärding und in dem Eisenbahneinschnitte zunächst am Pramhof als versteinerungsreich, namentlich an *Lamna*-Zähnen, bekannt.

Was aber diesen Ablagerungen im bayerischen Gebiete ein besonderes Interesse verleiht, sind die auf dieselben in unzweideutiger Auflagerung nach oben folgenden, mergelig sandigen Schichten mit zwischengelagerten hellgrauen Mergeln, welche, meist dünn geschichtet, fast blätterig brechend, innerhalb eines umfangsreichen Striches von brackischen Ueberresten meist in einer solchen Menge erfüllt sind, dass diese oft einen wesentlichen Antheil in der Zusammensetzung des Gesteins nehmen.

Diese brackischen Conchylien tragen ganz unverkennbar den Typus der brackischen Fauna der Kirchberger Schichten bei Ulm an sich und enthalten auch mehrere vollständig identische Arten, wie ich bereits in meiner Beschreibung des bayerischen Alpengebirgs in der Tabelle S. 770 und ausführlicher in jener des ostbayerischen Grenzgebirges S. 785 angeführt habe. Die Fauna enthält nicht viele Arten, ist aber desto reicher an Individuen, namentlich an jener Muschel, welche von mir in der oben angeführten Beschreibung nach einer Bestimmung von M. Hörnes als *Venerupis Guembeli* S. 785 Anm. aufgeführt wurde und dann später von K. Mayer aus den Schichten von Kirchberg als *Tapes Partschi* in den Sammlungen benannt, neuerlich von Rzehak[1]) unter der Bezeichnung *Oncophora socialis* näher beschrieben und abgebildet worden ist. Ausser dieser in erstaunlicher Menge angehäuften Muschel finden sich mit derselben: *Dreissenia claviformis*, *D. amygdaloides*, *Melanopsis impressa*, *Cardium sociale*, *C. solitarium*, *C.* aff. *C. papillosum*, *C.* cf. *friabile*, *Neritina sparsa.*

Die versteinerungsreichen, brackischen Schichten beschränken sich aber merkwürdiger Weise auf ein sehr streng begrenztes Gebiet, welches, in seinen Delta-ähnlichen, dreieckigen Umrissen mit der Spitze nach Norden gerichtet, bei Aidenbach unfern Vilshofen beginnt, mit einer breiten Basis im Süden an der verbreiteten Thalfläche des Zusammenflusses von Inn, Alz und Salzach zwischen Marktl und Erlenbach bei Simbach-Braunau abschliesst und westwärts von einer Linie Walchsing-Pfarrkirchen-Marktl, ostwärts von einer Linie Walchsing-Birnbach-Köstlarn-Erlenbach begrenzt wird. Es entspricht diese Ausbreitung einer Bucht, welche im Norden genau mit dem plötzlich nach Süden gewendeten und über

1) Rzehak, Der Grunder Horizont in Mähren, Verhandl. d. Naturf. Ver. 1882 Bd. XXI.

die Donauthalung herübertretenden Urgebirgsrande des bayerischen Waldes beginnt und sich längs dieses Urgebirgsvorsprungs nach Süden fort erstreckt. Es ist zu vermuthen, dass hier die Einmündung eines grösseren Flusses aus dem bayerischen Waldgebiete in einen Busen des miocänen Meeres eine theilweise Aussützung oder eine brackische Beschaffenheit des Wassers veranlasste, welche die üppigste Entwicklung einer brackischen Fauna neben der in den anstossenden Meerestheilen fortdauernden marinen Bevölkerung gestattete. Aehnlich scheint es sich bei Ulm zu verhalten, wo die plötzliche Wendung der bis dahin rein NO. Richtung des Jurakalkrandes in eine nahezu westöstlich verlaufende Abbruchslinie zu einer Einbuchtung Veranlassung gab, in welche vielleicht ein durch die Riesöffnung hervorbrechender Keuperfluss einmündete.

Bei Brombach, wo in den tiefsten grobkörnigen, glaukonitischen Sanden die vorhin erwähnte reiche Meeresfauna vorkommt, zeigen sich nach oben mehrfache Einlagerungen von feinem, grauem Mergel und damit erscheinen auch zuerst einzelne *Cardien* (*C. sociale)* noch vergesellschaftet mit *Arca diluvii*, und mit Zunahme der Wechsellagerung von Mergeln und feinen gelblichen Sanden tritt dann der ganze Formenkreis der soeben erwähnten brackischen Fauna, welche in den Schichten bis nahe zu dem hier auflagernden Quarzgeröll emporreicht, hervor. Die zwischenliegende, jedenfalls gering mächtige Braunkohlen-Bildung ist hier nicht deutlich entblösst.

Vollständiger sind die Aufschlüsse bei Simbach-Braunau. Hier treten an den tiefsten Stellen des Innufers und an einigen in die Thalterrasse bei Simbach einschneidenden Wasserrissen glaukonitische, mergelige, dunkelgraue Sande mit einer spärlichen, aber deutlich rein marinen Fauna zu Tag.

Am Fusse des westlich ansteigenden hügeligen Geländes zieht sich das schmale Lager eines hellgrauen, dem Ottnanger Schlier petrographisch sehr ähnlichen Mergels darüber

hin, welcher z. B. hinter dem Orte Waltersdorf in einer Grube als Düngermaterial gewonnen wird. Diese Mergel enthalten Meeresconchylien, *Leda*, *Tellina*, *Corbula*. Unmittelbar darüber legen sich mergelige Sande an, welche von brackischen Schalen erfüllt sind und auch hier bis nahe unter den Quarzschotter des Schellenbergs andauern.

In das Simbachthal reichen noch bis gegen Ober-Simbach hin die an einzelnen Stellen unter dem jüngeren Geröll entblössten marinen Sande herein; sie werden aber eine kurze Strecke oberhalb O. Simbachs schon von brackischen Schichten überdeckt, die von hier an über Kirchberg hinaus in den mehrfach sich vergabelnden Thälern an vielen Stellen entblösst sind.

Einer diese Thalzweige, der Aichbach, führt uns zu einem neuen interessanten Aufschlusse zwischen den Häusern von Aich und der Sägmühle. Hier zeigt sich in einer Thongrube unmittelbar über den brackischen Sanden eine Braunkohlenbildung (0,5 m.) mit versteinerungsreichen, hellfarbig grünlich grauen Lettenschichten im Liegenden und Hangenden (je 1,5 m.) und mit einer Decke einer kalkigen Lage, in welcher sich Crocodilreste erkennen lassen. In den fast kalkfreien Lettenschichten sind ziemlich zahlreiche Süsswasserconchylien eingeschlossen, namentlich *Planorbis laevis*, *P. Lartetii*, *Pisidium priscum*, *Bythinia gracilis*, *Ancylus deperditus* (in grosser Menge) und Blätterreste. Es ist dies unzweideutig bereits der Horizont der Braunkohle von Undorf bei Regensburg und der Obermiocänstufe oder der oberen Süsswassermolasse. Ein zweites höheres Flötz streicht oberhalb dieser Stelle den Häusern von Bachmann gegenüber nahe über der Bachsohle auf dem östlichen Thalgehänge zu Tag aus. Es wurden auf demselben bereits Bergbauversuche angestellt. Am Stolleneingange beobachtet man als Liegendes des Flötzes klotzigen, grünlichgrauen Thon mit Blattresten. Darüber liegt dann zuerst eine 1,3 m. mächtige Lignitbraunkohle, welche von einer Blätterkohle (0,10 m.)

mit Pechkohlen-artigen Einlagerungen bedeckt wird. Kalkiger Sand und Thonschichten bilden das Hangende des Kohlenflötzes. Darauf folgt 12—15 m. mächtiger Sand und über diesem das erste Lager von ziemlich lockerem weissem Quarzgeröll, das dann noch höher mit schwachen Einlagerungen von Sand und Thon bis nahe zur Höhe bei Freiöd empor reicht (25 m.). Die Hochfläche selbst ist meist von grünlichem, gelb marmorirtem, sandigem Thon und Letten überdeckt.

Die Verhältnisse, unter welchen sich hier die Braunkohlenflötze vorfinden, stimmen mit jenen der Braunkohlenablagerungen in dem benachbarten oberösterreichischen Traunthal-Gebiete, namentlich bei Wolfsegg, Thomasroith und Kohlgrub so vollständig überein, dass an der Gleichalterigkeit dieser Schichtencomplexe nicht zu zweifeln ist.

Südlich und östlich von der Inn- und Salzachthalung ist eine Fortsetzung der brackischen Ablagerung bis jetzt noch nicht ermittelt worden. Es beginnt zwar bereits in diesen Gegenden jene mächtige Aufschüttung von quartären Bildungen, welche meist alle älteren Gesteinsbildungen verhüllt, aber unter derselben lassen sich doch da oder dort die tiefer lagernden Tertiärschichten beobachten. Nach den cursorischen Begehungen dieses Landstrichs durch Herrn Assessor Dr. von Ammon konnten ähnliche brackische Bildungen in den benachbarten oberösterreichischen Gebieten weder bei Burghausen am östlichen Salzachufer, noch bei Geinberg, Gurten und St. Martin, wo sie am ehesten zu erwarten gewesen wären, aufgefunden werden. Diese Schichten scheinen bereits schon auf bayerischem Gebiete ihre lokale östliche Grenze erreicht zu haben.

Am auffallendsten macht sich das plötzliche Verschwinden der brackischen Schichten in dem Hügellande nördlich vom Rottthale zwischen Ortenburg und Birnbach bemerkbar, wo eine Linie von Aunkirchen bei Aidenbach gegen Birnbach

gezogen die ungefähre östliche Grenze bezeichnet. Oestlich von dieser Linie tritt an die Stelle der an brackischen Mollusken so reichen Sande und sandigen Mergel eine Reihe mit einander vielfach wechselnder, meist dünngeschichteter hellgrauer Mergel und mergeliger Sande (Blättermergel), in welchen nur sehr spärlich marine Conchylien enthalten sind. Sie entsprechen nach der Schichtenfolge und der Höhenlage genau den westlich anstossenden brackischen Ablagerungen, so dass dieselben als gleichalterige Faciesbildungen betrachtet werden müssen. Beide folgen unmittelbar auf die tieferliegenden, durch die Einschlüsse von grossen Austern und Pecten-Arten gekennzeichneten glaukonitischen Sande. Merkwürdiger Weise stellt sich in einer der am höchsten gelagerten hellgrauen Mergelschichten dieser Reihe in einer Mergelgrube im Dorfe Ottenberg bei Tettenweis eine Anzahl mariner, mit den im typischen Schlier von Ottnang vorkommenden Arten identischer Versteinerungen ein, welche keinen Zweifel darüber lassen, dass wir hier eine mit dem typischen Ottnanger Schlier identische Bildung vor uns haben. Als charakteristische Einschlüsse sind besonders hervorzuheben: *Tellina ottnangensis*, *Solenomya Doderleini*, *Anatina Fuchsi*, *Neaera elegantissima*, *Leda subfragilis*, *L. pellucidaeformis*, *Buccinum Pauli*, *Aturia Aturi*, *Brissopsis ottnangensis*, *Meletta*-Schuppen und zahlreiche *Foraminiferen*.

Auch der chemischen Zusammensetzung nach erweisen sich diese Mergel als nahe mit dem Ottnanger übereinstimmend. Die von Assistenten Schwager vorgenommene Analyse ergab bei gleicher Behandlung mit verdünnter Salzsäure:

Mergel von Ottnang	von Ottenberg	von Prien
	I. in Cl H löslich	
29,58% { Ca CO_3 = 87,4 / Mg CO_3 = 12,6 — 100,0	24.82 { Ca CO_3 = 81,4 / Mg CO_3 = 18,6 — 100,0	26,87 { Ca CO_3 = 85,3 / Mg CO_3 = 14,7 — 100,0
	II. in Cl H unlöslich	
70,42 — 100,00	75,18 — 100,00	73,13 — 100,00

Diese Analyse giebt zu erkennen, dass die Mergel so nahe gleich zusammengesetzt sind, als sich dies überhaupt bei mergeligen Schichtgesteinen verschiedener Gegenden erwarten lässt. Namentlich ist die dolomitische Beschaffenheit für dieselben ebenso charakteristisch, wie eigenthümlich.

Der in verdünnter Salzsäure nicht zersetzte Antheil der Mergel war nach der Analyse von Ad. Schwager ziemlich übereinstimmend zusammengesetzt und bestand bei der Probe von Ottenberg aus

Kieselsäure	74,93
Titansäure	1,47
Thonerde	14,02
Eisenoxydul	5,15
Manganoxyd	0,44
Kali	0,68
Natron	0,67
Phosphorsäure	0,21
Wasser und Organischem	2,40
	99,97

Es ist bemerkenswerth, dass in dem abgeschlämmten, schwereren und gröberen Rückstande sich bei der Probe von Ottenberg 0,19% Mineralkörnchen fanden, welche ein höheres spezifisches Gewicht als 3,1 besassen. Es wurden unter letzteren ziemlich zahlreiche rundliche und zackige, nicht oktaëdrische, undurchsichtig schwarze Körnchen beobachtet, welche sich als attraktorisch magnetisch erwiesen haben. Es liess sich bei denselben aber ein Gehalt an Nickel und Phosphor nicht mit Sicherheit nachweisen. Dies spricht nicht zu Gunsten der Annahme, dass Meteorstaub einen wesentlichen Beitrag zu diesen marinen Ablagerungen geliefert, wie man vermuthen könnte.

Die Hauptmasse des in verdünnter Salzsäure ungelösten Antheils bestand aus eckigen, meist etwas abgerundeten

Quarzkörnchen. Ausserdem fanden sich gleichfalls sehr häufig Blättchen von hellem Glimmer, spärlicher schwarze kohlige, von Pflanzen abstammende Fetzen.

Nach der mikroscopischen Untersuchung von Dr. Thürach betheiligen sich an der Zusammensetzung dieses Rückstandes noch weiter:

Eisenkies in rundlichen Körnchen, reichlich;

Zirkon in abgerundeten Körnchen ziemlich häufig, seltener in kleinen Kryställchen;

Rutil in abgerollten Säulchen, ziemlich häufig;

Turmalin in schwarzen, länglichen Körnchen, von welchen einzelne Stücke Rutilnädelchen umschliessen;

Granat in blassrothen bis farblosen Körnchen, häufig;

Hornblende (stark pleochroitisch) in abgerundeten und eckigen Körnchen, ziemlich häufig;

Staurolith in kleinen Körnchen, nicht selten;

Körnchen von gelbgrüner Farbe, wahrscheinlich Epidot;

Chloritblättchen;

Glaukonit in kleinen rundlichen Körnchen, selten.

Diese bunte Mineralzusammensetzung scheint zu beweisen, dass die feinen Rückstände des Mergels hauptsächlich aus zersetzten Urgebirgsgesteinen des benachbarten krystallinischen Gebirgs eingeschwemmt worden sind.

Die relativ geologisch hohe Lage, welche sowohl diese Mergel in den Profilen am Fusse der Alpen bei Traunstein und Prien, wie am Rottthalgehänge bei Ottenberg in der Reihenfolge der Miocänenschichten einnehmen und welche mir nicht in Uebereinstimmung zu stehen schien mit der bisher dem Schlier angewiesenen Stellung in der ersten Mediterran-Stufe oder doch an der Basis der Grunder Schichten (tiefstes Glied der zweiten Mediterran-Stufe), liess es mir wünschenswerth erscheinen, nunmehr auch die Lagerungsverhältnisse des typischen Schliers bei Ottnang selbst näher kennen zu lernen. Eine in Begleitung des Herrn

Assessors Dr. v. Ammon unternommene Untersuchung der Gegend von Ottnang ergab nun das interessante Resultat, dass auch der typische Schlier von Ottnang nicht etwa den tieferen Lagen der miocänen marinen Tertiärablagerungen Oberösterreichs, sondern den hangendsten Schichten angehört, welche nur einige Meter unterhalb der Traunthaler Braunkohlenschichten ihre Stelle finden.

Schon in der Gegend von Ried befinden wir uns in relativ hohen Schichten der hier in grosser Mächtigkeit ausgebreiteten, zwar marine Schalthierreste, aber nicht in grösserer Häufigkeit umschliessenden Blätter-Mergel und -Sande, von gleichem Charakter mit den auch in bayerischem Gebiete vorkommenden Ablagerungen. Den wahrscheinlich tiefsten Horizont nehmen hier die schon durch v. Hauer[1]) bekannt gewordenen glaukonitischen Sande am Schachinger-Keller bei Mettmach, ungefähr 12 klm. in WSW. Richtung von Ried ein. v. Hauer führt an, dass in diesem Sande gefunden wurden: Fischzähne von *Phyllodus umbonatus*, *Hemipristis serra*, *Lamna elegans*, *L. contortidens*, *L. crassidens*, *Myliobates subarcuatus*, ferner Schildkröten-Reste, Halswirbel von *Manatus (?)* und Panzerplatten von *Psephophorus polygonus*. Er stellt auf Grund dieser Einschlüsse dieselben in Parallele mit den Sandschichten von Neudörfel an der March im Wiener-Becken, welche als eine Facies des Leithakalkes angesehen werden. Wir fanden an dieser Stelle neben den Fischzähnen zugleich zahlreiche, meist verbrochene oder sehr zerbrechliche Molluskenschalen von *Ostrea*, wahrscheinlich *crassissima*, *O. digitalina*, *Pecten* cf. *palmatus*, *Anomia costata*, *Dentalium mutabile*, *Turbinella subcraticulata*, *Natica helicina* und sehr zahlreiche Exemplare von Korallen, unter welchen die einen der *Cladocora caespitosa* Lin. spec. am

1) Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1868, S. 387.

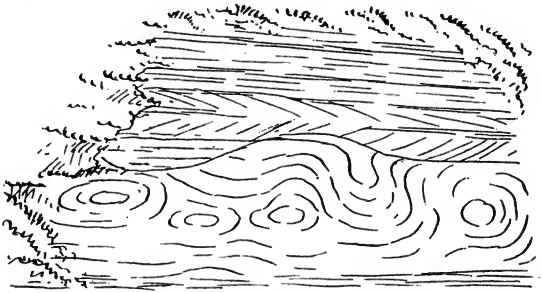
nächsten stehen, die anderen wohl mit *Cladocora multicaulis* Mich. identisch sind.

Diese Ablagerung macht im Ganzen den Eindruck, wie jene der marinen Sande bei Ortenburg, im Rottthale und bei Schärding und theilt ebenso mit gewissen Schichten am Alpenrande, namentlich mit jenen am Simsee und am Inn N. von Rosenheim, wo dieselben Korallen vorkommen, die gleiche Beschaffenheit. Es wechseln in der Sandgrube hinter dem Kellerhaus von Mettmach drei Lagen gröberen, stark glaukonischen, versteinerungsreichen Sandes auf etwa 3 m. Höhe mit feineren Sanden. Darüber legen sich streifige, glaukonitische, feine Sande mit ausgezeichneten schiefen Anwachsstreifen im Wechsel mit Blättermergel und in diese übergehend in einer Mächtigkeit von 40 m. an. Oben werden sie von oft rostfarbigem Quarzgeröll überdeckt, welches jedoch nur verschwemmtem d. h. diluvialem Schotter anzugehören scheint.

Dieser grobe Austernsand ist offenbar die liegendste Tertiärschicht der in der Rieder Gegend ursprünglich aufgeschlossenen Tertiärbildungen, während die Blättermergel und -Sande hier eine ungemein grosse Verbreitung gewinnen und in zahlreichen Sand- oder Mergelgruben aufgeschlossen sind. Ueber die höchsten Höhen endlich breitet sich das im Hausruck herrschende weisse Quarzgeröll aus, erscheint aber auch vielfach auf sekundärer Lagerstätte von den Höhen verschwemmt an tiefer liegenden Stellen, wie z. B. am Mettmacher Keller. Die Blättermergel und -Sande sind sehr versteinerungsarm, oft auf grosse Strecken sogar ganz leer, wenn sich nicht von zertrümmerten Pflanzenresten angefüllte Zwischenlagen einstellen. Die etwa vorkommenden Molluskenreste beschränken sich auf kleine *Leden*, *Nuculen* und *Tellinen* vom Typus etwa des Ottnanger Schliers, so z. B. an den Kellern von Ried.

Am Wechsel unfern Holzleiten durchfährt die Eisenbahn mit einem Tunnel das Quarzgeröll und es senkt sich dann die Bahn nach Ottnang zu wieder bis tief in die gleichen

Blättermergel und -Sande wie bei Ried ein. Auch hier sind diese in sehr zahlreichen Gruben zunächst an und um Ottnang aufgeschlossen. Es lässt sich im Allgemeinen wahrnehmen, dass in den tieferen Lagen die Schichten eine mehr mergelige, in den höheren mehr sandige Beschaffenheit besitzen.



Schichtenbiegungen in einer Sandgrube bei Ottnang.

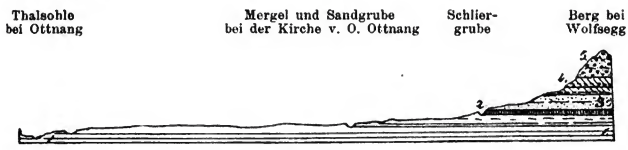
In hohem Grade eigenthümlich sind die Biegungen, Windungen und Faltungen der sandigen Mergel, wie sie sich in einer grossen Grube unterhalb der Eisenbahn in der Richtung gegen Redl bei Ottnang zeigen. Diese Schichtenwindungen steigern sich stellenweise in der Weise, dass grosse, Concretionen-artige Linsen sich herausbilden, um welche die Schichtenstreifen ringsum concentrisch sich umbiegen. Nach oben schliessen solche stark gewundene Schichtenlagen mit uneben welligen Flächen, mit Erhöhungen und Vertiefungen ab, über welche dann erst vollständig normal und horizontal sich anlegende höhere Schichten folgen. Auch die liegenden Schichten sind vollständig regelmässig und ebenflächig ausgebildet. Es müssen mithin diese Schichtenwindungen unmittelbar bei oder kurz nach der Ablagerung des

Materials entstanden und, da solche Schichten nach oben uneben begrenzt sind, von Fluthungen theilweise erodirt worden sein. Man kennt dem Aussehen nach ähnliche Schichtenwindungen wohl auch anderwärts. Th. Fuchs[1]) beschreibt eine Anzahl gleicher Vorkommnisse in Wiener Tertiärschichten und weist auf die in verschiedenen Gegenden erkannten analogen Erscheinungen hin. Auch Credner[2]) bespricht solche Schichtenwindungen in Sachsen und liefert einen umfassenden Literaturnachweis, auf den wir uns hier der Kürze wegen beziehen.

Dass wir es in unserem Falle weder mit Wirkungen von Druckkräften, wie solche bei Verwerfungen vorkommen, noch mit solchen eines Gletscherschubs zu thun haben, bedarf nach den angedeuteten Lagerungsverhältnissen keines näheren Nachweises. Die Ursache dieser Erscheinung muss eines Theils in der ursprünglichen, sandigen, kurz nach Ablagerung des Materials noch von Wasser reichlich durchtränkten und dadurch beweglichen Beschaffenheit der Absatzmasse, welche bis zu einem gewissen Grade plastisch und leicht verschiebbar sich verhielt, anderen Theils in dem Umstande gesucht werden, dass die Masse örtlich nach einer oder mehreren Seiten hin, sei es durch hier stattgehabte Auswaschungen oder durch ursprüngliche Unebenheiten des Absatzbodens gleichsam eines Widerlagers beraubt, nach solchen keinen Halt bietenden Richtungen sich bewegen konnte und bei diesem langsamen Abfliessen des aus ungleichem, theils rein sandigem, theils mergeligem Material bestehenden Schichtencomplexes im Vorwärtsdringen bald gehindert und angestaut, bald begünstigt ungleichförmig sich bewegte. Auf diese Weise wurden jene sonderbaren Biegungen und Windungen erzeugt, wie man sie auch bei dem Abwärtsgleiten

1) Fuchs im Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt XXII, 309.
2) Credner in Zeitschr. d. d. geol. Ges. 32, 75.

durchnässten, lehmigen Gehängeschutts öfters beobachten kann. Th. Fuchs hat bereits eine zutreffende Erklärung dadurch gegeben, dass er diese Erscheinungen auf spontane, nur durch die allgemeine Schwerkraft bedingte Massenbewegung zurückführt.



1 : 10000 in Länge und Höhe

VII. Profil durch die Miocänschichten und den Schlier bei Ottnang. 1) Marine Sande und Blättermergel; 2) Schlier von Ottnang; 3) obere sandige Lagen; 4) Traunthaler Braunkohlenbildung; 5) Quarzschotter- und Conglomerat.

Oberhalb des Bahnhofs von Manning an dem Wege von Manning nach Ober-Ottnang, der Kirche von O.-Ottnang gegenüber und an zahlreichen anderen Stellen sind meist ausgedehnte Gruben behufs Gewinnung theils von Mergel, theils von Sand in diesen sandigen mergeligen Blätterschichten angelegt. Sie reichen bis zu jener grossartigen Mergelgrube zwischen Ottnang und Wolfsegg, welche in dem dort mächtig anstehenden, sehr versteinerungsreichen typischen Schlier alle die berühmten organischen Ueberreste des Schliers geliefert hat. Die Mergellagen, nur von wenigen glimmerigen sandigen Zwischenschichten unterbrochen, erlangen hier eine Mächtigkeit bis zu 10 m. und gehen nach oben unmittelbar in versteinerungsarme und -leere sandige Mergel und in lockeren Sand über.

Dieser hangende Sand reicht in einer Mächtigkeit von beiläufig 15 m. bis zu einer neuen, gleichförmig sich anlegenden Schichtenreihe, welche die bekannten Traunthaler Braunkohlenflötze in sich schliesst. Es tritt damit eine bemerkenswerthe Aenderung in der Beschaffenheit der Schichten

ein, indem an der Stelle der tieferen Mergelbildungen fast kalkfreie Letten- und Thonschichten als wesentliche Glieder der auf mehrere Flötze vertheilten Braunkohlenablagerung erscheinen.

Die Mächtigkeit der Braunkohlen-führenden Schichten[1]) wechselt zwischen 20—50 m. Sie werden unmittelbar von dem Quarzgeröll und -Conglomerat des Hausruckgebirges bedeckt und bestehen nach der Angabe der Wolfsegg zunächstliegenden Zeche Kohlgrub aus folgenden einzelnen Lagen:

Hangendes: Quarzgeröll.

1) Sandiger Thon und Letten, oft bituminös gegen 1 m. mächtig
2) Oberes Braunkohlenflötz . 0,75—2 „ „
3) BituminöserLettenschiefer „ 1 „ „
4) Mittleres oder Haupt-Braunkohlenflötz gegen 4,5 m. mächtig

Dasselbe wird durch ein lettiges Zwischenmittel (sog. Kothläg) in zwei Bänke und durch zwei Streifen von anthracitischer Holzkohle weiter getheilt.

5) Thon- und Lettenschichten von weissgrauer Farbe gegen 7—20 m. mächtig
6) Liegendes Braunkohlenflötz, in Hangenden und Liegenden von einem bituminösen Letten begleitet, dann durch ein lettiges Zwischenmittel (sog. Hohlläg) in zwei Bänke und durch eine Lage anthracitischer Holzkohle weiter gespalten . . . . . gegen 2,5—3 m. mächtig
7) Liegender, sehr plastischer sog. Töpferthon gegen 1—$1^1/_2$ m. mächtig
8) Z. Th. bituminöse blättrige Thone und Lettenschiefer gegen 3 m. mächtig

1) Vergleiche Lorenz, Ueb. d. Entsteh. d. Hausrucker Kohlenlager in Sitz. d. Wien. Ac. XXII. 660; v. Hingenau, D. Braunkohlenlager d. Hausruck-Geb.; Wagner, Verh. d. geol. Reichsanst. 1878, 29.

9) Liegender Sand und Mergel ungefähr 15 m. mächtig und dann direkt der versteinerungreiche Schlier von Ottnang.

So arm auch die Braunkohlenthone an organischen Einschlüssen sind, so lassen doch die Funde bei Freiöd mit *Ancylus deperditus*, *Bythinia gracilis*, *Planorbis Lartetii*, *Pisidium priscum* keinen Zweifel, dass dieselben in die Stufe der *Helix sylvana* einzureihen sind. Sie entsprechen demnach im Alter den sarmatischen Schichten des Wiener Beckens. Dazu kommt, dass in den Thon- und Lettenschichten (Nr. 5 des Profils) zwei Säugethier-Ueberreste gefunden worden sind, nämlich *Hippotherium gracile* (Zahn) und *Chalicotherium*, über welche Tausch[1]) berichtet hat. Er folgert aus diesen Einschlüssen, dass die Kohlenbildungen des Hausruckgebirgs ihrem geologischen Alter nach gleichzustellen sind dem Belvedere-Schotter von Wien und den Sanden von Eppelsheim (oberstes Miocän oder tiefstes Pliocän). Dieser Schlussfolgerung kann nur unter dem Hinweis beigestimmt werden, dass *Hippotherium gracile* sehr langlebig schon mit *Mastodon angustidens* in der Schweizer Molasse vorkommt, allerdings sich auch bei Eppelsheim findet und dass *Chalicotherium* gleichfalls auf zwei Horizonten, dem von Sansan und von Eppelsheim, vertheilt gefunden wird. So viel ist aber sicher, dass diese Braunkohlenbildung auf der Grenze zwischen Miocän und Pliocän steht.

Es ist nun weiter zu constatiren, dass der typische Schlier von Ottnang um nur weniges tiefer (etwa 15—20 m.) seine Stelle findet und seiner geologischen Lage nach nicht der tiefsten, sondern nur den höchsten Horizonten der zweiten Mediterranstufe angehören kann, in keinem Falle, selbst wenn man annehmen wollte, dass alle anderen Glieder der zweiten Mediterranstufe in diesem Gebiete fehlen würden, zum Untermiocän gerechnet werden darf, dessen

1) Tausch, Verh. d. geol. Reichs 1883, 147.

Vorhandensein hier überhaupt von Vielen bezweifelt wird, oder welches nur in den allertiefsten, durch sehr mächtige Zwischenlagen vom Schlier getrennten, glaukonitisch-trümmerigen, an Austern und Pektenarten sowie an Fischzähnen reichen Sanden von Mettmach, Schärding, Pfarrkirchen, Ortenburg u. s. w. vertreten ist.

Es will damit nicht ausgesprochen werden, dass Alles das, was man als Schlier in anderen Gegenden bezeichnet hat, gleichfalls einem so hohen geologischen Horizonte angehöre, sondern vorläufig gilt dieser Nachweis nur für den Schlier der typischen Fundstelle bei Ottnang. Jedenfalls muss die Bezeichnung Schlier für eine bestimmte Stufe der Tertiärgebilde, wie dies bereits R. Hörnes ausgesprochen hat, vermieden werden.

Mit diesem Nachweise einer relativ hohen Stellung des Ottnanger Schliers in der Reihe der Miocänschichten stimmt auch im Ganzen der Habitus seiner Fauna am besten überein, wie ja bereits M. Hörnes gleich bei dem ersten Bekanntwerden der Versteinerungen von Ottnang die Parallele mit dem Badener Tegel gezogen hat. An diesem Vergleiche ändert auch der Umstand nichts, dass R. Hörnes später in einer besonderen Abhandlung über die Ottnanger Schlierfauna diese Ablagerung für ein Glied der ersten Mediterranstufe anzusprechen sich veranlasst sah. Denn auch nach dieser paläontologischen Monographie haben der Schlier von Ottnang und der Badener Tegel zahlreiche Arten gemeinsam, bei andern Arten aber stellt sich mindestens eine grosse Aehnlichkeit heraus.

Die als dem Schlier eigenthümlich zugesprochene Species sind meist neu aufgestellte Arten, über deren Trennung von Formen der zweiten Mediterran-Fauna man in den allermeisten Fällen wohlbegründete Bedenken hegen darf. Unter diesen Umständen ist auch auf die faunistische Abgrenzung des

Ottnanger Schliers von den Schichten der sog. zweiten Mediterranstufe kaum ein Gewicht zu legen und die Entscheidung über seine geologische Stellung muss sich demnach hauptsächlich auf die Lagerung stützen, welche, wie hier nachgewiesen wurde, eine sehr hohe in der Gesammtreihe der Miocänschichten ist.

Ein besonderes Interesse erregt die auf der Braunkohlen-Ablagerung unmittelbar aufgesetzte, ungemein mächtige und weit verbreitete Quarzgeröllbildung, welche man wohl mit vollem Recht dem Belvedere-Schotter des Wiener-Beckens gleichgestellt hat. Diese in den östlichen Theilen Bayerns bereits fast ausschliesslich aus quarzigen Rollstücken bestehende, bald als Schotter, bald als Conglomerat ausgebildete Ablagerung entwickelt sich aus der in den westlichsten Theilen des oberen Donaubeckens zwischen den sandigen und mergeligen Bänken eingebetteten Nagelfluh der jüngeren Süsswassermolasse, welche nach Osten zu allmählig in meist nur locker zusammengehäufte, nahezu ausschliesslich aus den härtesten Alpengesteinen namentlich der Flyschzone bestehende Gerölllagen übergeht. Oestlich von der Isar nehmen die Rollsteine aus weissem Quarz unter gleichzeitiger Abnahme aller sandigen und thonigen Zwischenlagen bereits in einer Weise überhand, dass man die ganze Masse als Quarzgeröll bezeichnen kann. Meist liegen die stark abgeschliffenen und wohlgerundeten Rollstücke lose zusammengepackt; in der Gegend südlich von Passau aber kommt es häufig vor, dass diese Gerölle in unregelmässigen, oft linsenförmigen Lagen durch eine feine, deutlich krystallinische, weisse Quarzmasse zu einem äusserst festen Gestein verkittet sind. Vielfach liegen ausgewitterte Blöcke dieses Quarzconglomerats an der Oberfläche zerstreut und gleichen wie in der Beschaffenheit des feinkörnigen Quarzbindemittels, so auch in der Verbreitungsart den sog. glacirten Blöcken des Braunkohlensandsteins. Nur selten kommt es, wie am Schloss

von Wolfsegg beobachtet wurde, vor, dass auch Kalk das Kitt- und Bindemittel der Gerölle ausmacht.

So weitaus vorwaltend auch der weisse Quarz, welcher häufig durch anhängende und mit der Masse verflaserte Streifen von Glimmerschiefer oder Phyllit seine Abstammung aus den Quarzlinsen der Glimmerschiefer- und Phyllitzone der Centralalpen verräth, als Bestandtheil der Gerölle auftritt, so finden sich in den östlichen Gebietstheilen auch noch andere härtere Alpengesteine den Quarzrollstücken freilich meist nur spärlich beigemengt. In einer ganz unzweifelhaft diesen Quarzgerölllagen angehörigen grossen Schottergrube unmittelbar über der Braunkohlenbildung von Kohlgrub bei Wolfsegg wurde versucht, diese fremdartigen Gesteine aus der grossen Menge der Quarzrollstücke herauszulesen.

Es fanden sich am häufigsten Rollstücke von hartem, rothem Werfener Sandstein und von Verrucano, nicht selten auch von Granit in vielen Varietäten (kein Juliergranit), von Gneiss und quarzigem Glimmerschiefer. Ferner liefern Beiträge Hornblendeschiefer und Granat-führender Diorit, (mehr vereinzelt) rother Felsitporphyr, schwarzer Augitophyr, grüne Epidot-reiche Gesteine, sog. Pietra verde und dem Suldenit ähnliche Fragmente. Ein Theil scheint selbst aus den nördlichen Urgebirgsgegenden zu stammen. Harte Kalke und Dolomite fehlen zwar nicht gänzlich, zeigen sich jedoch so selten, dass unter den eingesammelten 25 Geröllstücken nicht quarziger Gesteine nur drei Exemplare dem Kalk angehörten.

Manche Quarzgerölle sind angefressen und zuweilen soweit einseitig ausgewittert, dass gleichsam nur eine Schalenhülle übrig geblieben ist. Das Innere solcher Aushöhlungen ist oft mit traubigem Eisenerz- und Psilomelanüberzug versehen. Derartige angefressene Quarzgeschiebe sind wohl dadurch entstanden, dass ursprünglich mit der Quarzmasse verbundene Glimmer- oder Phyllittheile und -Flasern nach und nach

ausgewittert sind und einen Hohlraum zurückgelassen haben, in welchem sich Eisen- und Manganmineralien nachträglich angesiedelt haben.

Fassen wir die Ergebnisse der vorliegenden Mittheilungen kurz zusammen, so lassen sie sich etwa in folgenden Sätzen zum Ausdruck bringen:

1) Die nacheocänen Tertiärablagerungen in dem oberen Donaugebiete zwischen den Rändern der Nordalpen, des schwäbisch-fränkischen Juragebirgs und des hercynischen Urgebirgs stehen in westlicher Richtung in unmittelbarer Verbindung mit den Molassebildungen der Schweiz, deren Fortsetzung sie ausmachen und in indirekter Verbindung mit jenen des mittleren Rheinthales. Auch ostwärts treten sie mit den räumlich mehr abgetrennten Tertiärgebilden im ausseralpinen Wienerbecken in direkte Beziehung.

2) Eigenthümlich für dieses Tertiärgebiet ist:

a) die grossartige Entwicklung der typischen ober-oligocänen Cyrenenmergel am Alpenrande, welche sowohl in der Schweiz und Oesterreich, wie am Nordrande des Beckens fehlen.

b) Das Vorkommen der typischen Landschneckenkalke (Stufe der *Helix rugulosa*) am nordwestlichen Beckenrande und deren Beschränkung auf einen schmalen Strich dieses Randes, welcher ostwärts nur bis in die Umgegend von Ulm reicht.

c) Die Stellvertretung der Stufe der *Helix rugulosa* im subalpinen Gebiete durch sandige und mergelige Süsswasserschichten mit Blattresten in der Ausbildungsweise der Molasse (Blättermolasse), welche sich jedoch, wie die Cyrenenmergel, ostwärts nur bis zur Salzach erstreckt.

d) Das Auftreten von mittelmiocänen, brackischen Ablagerungen (Kirchberger Schichten) innerhalb engbegrenzter Theile (Gegend von Ulm und in Niederbayern) des oberen Donaugebiets.

3) Da hier die mit der Ablagerung der Cyrenenmergel beginnende Aussüssung des Beckens ohne Unterbrechung und ohne Discordanz der Schichtenablagerung bis in die Zeit des Absatzes der Blättermolasse und des mit ihr gleichalterigen Landschneckenkalks fortdauerte und erst mit der Entstehung der miocänen Meeresmolasse eine grossartige, durch den erneuerten Einbruch von Meeresgewässer bezeichnete Katastrophe für dieses Gebiet eintritt, so erscheint es für letzteres den hier eingetretenen Entwicklungsverhältnissen entsprechender, die Grenze zwischen der älteren und jüngeren Schichtenreihe da zu ziehen, wo die Blättermolasse (bez. Landschneckenkalk) aufhört und die obere Meeresmolasse ihren Anfang nimmt, so dass erstere mithin noch den oligocänen Schichten anzureihen, letztere in ihren tiefsten Lagen als älteste Miocänbildung aufzufassen wäre.

4) Die tiefsten Lagen dieser hier durch das erstmalige Auftreten der *Ostrea crassissima* neben vielen anderen Austern-Arten und durch das Vorkommen zahlreicher *Pecten*-Arten gut charakterisirten Meeresmolasse sind als Vertreter der unteren Miocänstufe (Langhien K. Mayer's) anzusehen. Die darüber liegenden, z. Th. meist glaukonitischen und mergeligen marinen Sande und Mergel mit den versteinerungsarmen Blättermergeln und Sanden des Ostgebiets bilden die Stufe des Mittelmiocäns.

5) Die auf halbausgesüsste kleinere Buchten des Beckens beschränkten brackischen Schichten bei Ulm (Kirchberger Schichten) und bei Passau in Niederbayern erweisen sich nur als eine Facies der sonst marinen mittelmiocänen Meeresmolasse und des Blättermergels. Sie sind trotz der nahen Verwandtschaft ihrer Fauna mit jener der östlichen pliocänen Congerien-Schichten bezüglich ihres Alters letzteren nicht gleichzustellen, ihre Fauna scheint jedoch die Vorläuferin und den Ausgangspunkt für letztere auszumachen, so dass diese sich auch örtlich aus der älteren Formenreihe unmittelbar

entwickelt zu haben und nicht erst aus fremden Meeren eingewandert zu sein scheint.

6) Das Wiederauftauchen ganz der gleichen brackischen Schichtenreihe in Mähren (nach Rzehak und Sandberger) spricht für eine direkte, dauernde Verbindung der Gewässer des oberen Donaubeckens mit jenem von Horn und in Mähren.

7) Der durch seinen Reichthum an Versteinerungen ausgezeichnete Schlier von Ottnang nimmt eine der höchsten Lagen in der Reihe der mittelmiocänen Schichten (Blättermergel und -Sand) ein und kann seiner Lagerung nach nicht mit den Grunder Schichten, viel weniger aber mit den Schichten der ersten Mediterran-Stufe auf gleiches Niveau gestellt werden. Da übrigens der Ausdruck „Schlier" örtlich (Oberösterreich) für die Bezeichnung jedes entschieden mergeligen Gesteins angewendet wird, so kann derselbe ohnehin nicht wohl für die Benennung eines bestimmten geologischen Horizontes gebraucht werden.

8) Die auf den mittelmiocänen, marinen Schichten nach oben folgenden Bildungen der sog. oberen Süsswassermolasse und der Braunkohlen-führenden lettig-thonigen Schichten, welche in vielen kleinen Eintiefungen des Juragebirgs-Randes durch Süsswasserkalke mit *Helix sylvana* ersetzt werden, vertreten zum grossen Theil die Stufe des Obermiocäns und sind mit den sarmatischen Ablagerungen des Ostens von gleichem Alter.

9) Die erst über diesen Braunkohlenschichten sich ausbreitenden, weit vorherrschend aus Rollstücken von weissem Quarz bestehenden Geröll- und Conglomeratlagen entwickeln sich aus den Geröllbänken der oberen Süsswassermolasse und schliessen die obermiocäne Schichtenreihe naturgemäss ab.

Berichtigungen.

S. 224	Z.	6	v. u.		lies	Grobkalk	statt Grubkalk
„ 228	„	7	„ o.		„	Oligocän	„ Oligoeän
„ 228	„	17	„ o.		„	brackisch	„ brachisch
„ 230	„	12	„ u.		„	Bollingen	„ Bolligen
„ 231	„	1	„ o.		„	Leithakalk	„ Leitkakalk
„ 234	„	14	„ o.		„	Süsswasser	„ Südwasser
„ 234	„	14	„ u.		„	letzteren	„ letzterzen
„ 236	„	2	„ o. u.	13 v. u.	„	Fraas	„ Fraass
„ 239	„	6	„ o.		„	Tertiärgebilde	„ Tertiärgebilden.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Januar bis Juni 1887.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1887 Band II Heft 1 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. IX. for 1885—86. 1887. 8°.

K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verhandelingen Afd. Natuurkunde. Deel XXV. 1887. 4°.
Verslagen en Mededeelingen. Afd. Natuurkunde. Reeks III. Deel 2. 1886—87. 8°.

Société des études scientifiques in Angers:

Bulletin. Supplément à l'année 1884. Année XVe. 1885. 1885—86. 8°.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American chemical Journal. Vol. VIII. Nr. 6. Vol. IX. Nr. 12. 1886—87. 8°.
American Journal of Mathematics. Vol. IX. 2 u. 3. 1887. 4°.

Magnetical und Meteorological Observatory in Batavia:

Observations. Vol. VI. Supplement. Vol. VII. 1886. Fol.
Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indie. 7. Jaarg. 1885. 1886. 8°.

Commission für die Beobachtung des Venusdurchganges in Berlin:

Die Venus-Durchgänge 1874 und 1882. Ber. über die deutschen Beobachtungen hsg. von A. Auwers. Bd. IV. 1887. 4°.

K. Preuss. Geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin:

Jahrbuch für die Jahre 1880—85. 1881—1886. gr. 8°.
Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen. Bd. I. Heft

1—4. Bd. II. 1—4. Bd. III. 1—4. Bd. IV. 1—3. Bd. V. 1—4. Bd. VI. 1—3. Bd. VII. 1. 2. Bd. VIII. 1. nebst den dazu gehörigen Atlanten. 1872—85. gr. 8⁰ u. 4⁰.

Katalog der Bibliothek der K. geologischen Landesanstalt und Bergakademie. Nachtrag 1875—1886. 1887. gr. 8⁰.

K. Preussisches Meteorologisches Institut in Berlin:

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885. 1887. 4⁰

K. technische Hochschule in Berlin:

Die Fortschritte der Chemie in den letzten 25 Jahren. Rede von Friedrich Rüdorff. 1887. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin.

Berichte. 19. Jahrg. 1886. Nr. 18. 19. 20. Jahrg. 1887. Nr. 1—10 1886—87. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 38. Heft 4. Bd. 39. Heft 1. 1886—87. 8⁰.
Katalog der Bibliothek. 1887. 8⁰.

Medicinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Jahrg. 1885/86. Bd. 17. 1887. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1879. XXXV. Abth. 1—3. 1885/86. 8⁰.
" " " " " 1881. Abth. 1—3. 1885—87. 8⁰.
Verhandlungen. V. Jahrg. 1887. 8⁰.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Deutsche Gartenzeitung. Jahrg. I. 1886. Nr. 1—52. 8⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 6. Jahrg. 1886. Heft 12. 7. Jahrg. 1887. Heft 1—5. 1886—87. gr. 8⁰.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 43. Jahrgang (= 5. Folge 3. Jahrgang) 2. Hälfte. 1886. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1886. Nr. 23. 24. 1887. 1—13. 1886—87. 8⁰.

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 39. 1885. 8⁰.

Boston Society of natural History in Boston:

Memoirs. Vol. III. Nr. 12. 13. 1886. 4⁰.
Proceedings. Vol. 23 part 2. 1886. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. IX. Heft 4. 1887. 8°.
Flora der Ostfriesischen Inseln von Franz Buchenau. Norden 1881. 8°.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen 1885. Bd. 24. Heft 1. 2. 1886. 8°.
IV. Bericht der meteorolog. Commission des naturforsch. Vereins in Brünn. 1886. 8°.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. 3e Sér. tom. III. Nr. 10. Année 1886. 8°.
Bulletin. 4e Sér. tom. I. Nr. 1—5. 1887. 8°.

Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXX. 1886. 8°.

Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Procès-Verbaux. 1886 p. XCVII—CXLIV. 8°.

K. Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Természettudományi Értekezések (Naturwissenschaftliche Abhandlungen). Bd. XIV. 9. XV. 3—18 und XV. 1. 1885. 8°.
Mathematikai Értekezések (Mathem. Abhandlungen). Bd. XI. 10. XII. 1—11. 1885. 8°.
Mathematikai Értesitö (Mathematischer Anzeiger). Bd. III. 6—9. IV. 1—6. 1885—86. 8°.
Mathematikai Közlemények (Mathemat. Abhandlungen). Bd. XX. 1. 3. 5. XXI. 1. 1885. 8°.
Mihalkovics Géza. A gerinczes állatok kiválasztó és ivarzerveinek fejlödése (Entwicklung des Harn- und Geschlechtsapparates der Wirbelthiere). 1885. 8°.
Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. III. 1885. Bd. IV. 1886. 8°.

K. ungarische geologische Reichsanstalt in Budapest:

Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VIII. Heft 4. 1887. 8°.
Földtani Közlöny. Bd. XVI. Heft 7—12. 1886. 8°.
I. Nachtrag zum Katalog der Bibliothek. 1886. 8°.

Geological Survey of India in Calcutta:

Memoirs. Palaeontologia Indica. Ser. X. Vol. IV. P. 1. 2. XIV. Vol. I. P. 3. 1886. fol.
Records. 1887. Tom. XX. parts 1. 2. 4°.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Meteorological Observations. Juli—Nov. 1886. Jan. 1887. fol.
Report on the Administration of the Meteorlog. Department. 1885—86. 1886. fol.

Report on the Meteorology of India in 1884. by Henry F. Blanfurd. 10th year. 1886. fol.
Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanfurd. Vol. III part 1. Vol. IV part 1. 1886. fol.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. V part 6. Vol. VI part 1. 1886—87. 8°.
Transactions. Vol. XIV part 2. 1887. 4°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College in Cambridge, Mass:

Bulletin. Vol. XIII. Nr. 2. 3. 1886—87. 8°.

Astronomical Observatory at Harvard College in Cambridge, Mass:

Annals. Vol. XVII. 1887. 4°.
Henry Draper Memorial. 1. annual report of the photographic study of stellar spectra. 1887. 4°.

Verein für Naturkunde in Cassel:

32. und 33. Bericht. 1886. 8°.

K. Sächs. Meteorologisches Institut in Chemnitz:

Jahrbuch. 1885. 3. Jahrg. 1886. 4°.
Resultate der meteorol. Beobachtungen 1884 u. 1885. Leipzig 1884—85. 8°.

American medical Association in Chicago:

Journal. Vol. VII. Nr. 26. Dec. 1886. gr. 8°.

Norwegische Commission der Europäischen Gradmessung in Christiania:

Geodätische Arbeiten. Heft V. 1887. 4°.
Vandstandsobservationer. Heft 4. 1887. 4°.

Norwegian North-Atlantic Expeditions' Editorial Committee in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—78. XVII. Alcyonida. by D. C. Danielssen. 1887. fol.

Norwegische Universität in Christiania:

Viridarium Norvegicum. Norges Vœxtrige af F. C. Schübeler. Bd. 1. 1885. 4°.
Archiv for Mathematik. Bd. III Beilageheft. VIII. 2—4. IX. 1—4. X. 1—4. XI. 1. 2. 1883—86. 8°.

Chemiker Zeitung in Cöthen:

Chemiker Zeitung. Jahrg. IX. 1887. Nr. 1—50. fol.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Schriften. N. F. Bd. VI. Heft 4. 1887. 8°.

Academy of natural Sciences in Davenport (Jowa).

Proceedings. Vol. IV. 1882—84. 1886. 8°.

École polytechnique in Delft:

Annales 1886. Livr. 3. 4. 1887. Tom. III. livr. 1. Leide 1886—87. 4°.

Naturforscher-Gesellschaft in Dorpat:

Zwanzigjährige Mittelwerthe aus den meteorologischen Beobachtungen 1866—1885 für Dorpat, von Karl Weihrauch. 1887. 8°.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. VIII. Mai—Décembre 1886. 8°.

Royal geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XVIII. Part 1. 1887. 8°.

Botanical Society in Edinburgh:

Transactions and proceedings. Vol. XVI. part 3. 1886. 8°.

Edinburgh Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. V. part 2. 1887. 8°.

R. Accademia economico-agraria dei Georgofili in Florenz:

Atti. 4. Ser. Vol. IX. disp. 4. 1886. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein des Reg.-Bez. Frankfurt in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften. 4. Jahrg. 1886/87. Nr. 8—12. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Görlitz:

Abhandlungen. 19. Bd. 1887. 8°.

Leopoldinisch-Carolinische D. Akademie der Naturforscher in Halle a/S.:

Leopoldina. Heft XXII. Nr. 23. 24. XXIII. 1—10. 1886—87. 4°.

Naturwissenschaftl. Verein für Sachsen u. Thüringen in Halle a/S.:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 59. Heft 4. 5. 1886. 8°.

Deutsche Polar-Commission in Hamburg:

Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen. Bd. I. II. Berlin. 1886. 4°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg:

Abhandlungen. Bd. IX. Heft 1. 2. 1886. 4°.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen. VI. Bd. 1883—85. 1887. 8°.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XXI. livr. 2. 3. 4. 1886—87. 8°.
Verhandelingen. 3de Verzameling. Deel IV. Stuk 4. 1887. 4°.

Société des sciences de Finlande in Helsingfors:

Observations. Vol I. livr. 1. Vol. II. livr. 1. 1886. fol.

Royal Society of Tasmania in Hobarttown:

Papers and Proceedings of the R. Soc. of Tasmania for 1886. 1887. 8°.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 20. Heft 1—3. 1887. 8°.

Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten in Klagenfurt:

Jahrbuch. 18. Heft. 35. Jahrg. 1886. 8°.
Bericht über die Wirksamkeit im Jahre 1885. 1886. 8°.
Diagramme der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen. Jahrg. 1885. 1886. fol.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1886. Heft 1—6. Berlin 1887. qu. 4°.

Société des Naturalistes an der St. Wladimir-Universität in Kiew:

Sapiski Kiewskago obschtschestwa jestestwo ispytatelei. Tom. VIII. fasc. 2. 1887. 8°.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Königsberg in Pr.:

Schriften. 27. Jahrgang. 1886. 1887. 4°.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. Naturvid. Afdeling. Bd. IV. Nr. 3. 1887. 4°.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Rozprawy (Sitzungsberichte). Mathem.Classe. Bd. XIII. XIV. 1886. 8°.
Pamietnik (Abhandlungen). Mathem. Classe. Tom. XII. 1886. 4°.
Zbiór anthropolog. Tom. X. 1886. 8°.
Sprawozdanie fizyjograf. Tom. XX. 1886. 8°.

Botanischer Verein in Landshut:

10. Bericht für die Jahre 1886/87. 1887. 8°.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3e Sér. Vol. 22 Nr. 95. 1887. 8°.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte der math.-phys. Classe. Jahrg. 1886. Supplement. 1887. 8°.
Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XIII. Nr. 8. 9. 1887. 4°.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil IV. Hett 4. Theil V. Heft 1. 1887. 8°.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 22. Jahrg. Heft 1. 1887. 8°.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 34. Heft 11. Bd. 35. Heft 1—7. 1886—87. 8°.

Meteorological Office in London:

Observations of the International Polar Expeditions 1882—83. Fort Rae. 1886. 4°.

Her Majesty's Stationery Office in London:

Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. 17. Vol. 18. part I. II. u. Atlas. Vol. XIX. Botany. Vol. 2. 1886—87. 4°.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 35. Nr. 897—913. Vol. 36. Nr. 917—919. London 1887. gr. 8°.

Royal Agricultural Society of England in London:

The Journal. II. Series. Vol. 23. part I. Nr. 45. 1887. 8°.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 47. Nr. 2—7. Dec. 86—Mai 1887. 8°.

Chemical Society in London:

Journal 1886. Supplementary Number. 1887 Nr. 290—295. January—June. 1886—87. 8°.
Abstracts of the Proceedings. Nr. 32—40. 1887. 8°.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 42. part 1—4. 1886. 8°.

Linnean Society in London:

Proceedings. Nov. 1883 to June 1886. 1886. 8°.
Journal. Zoology. Nr. 114—116. 126. Botany. Nr. 145—147. 151. 1886. 8°.
Transactions. Series II. Botany Vol. II. part 9. 11. 12. Zoology. Vol. IV. part 1. 1886. 4°.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. 1886 Nr. 6. 1887. 1. 2. 3. 8°.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1886. part IV. 1887. 8°.
Transactions. Vol. XII. part 4. 5. 6. 1886.. 4°.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Procès-verbal de l'assemblée générale du 21. Nov. 1886. 1887. 8°.

Société d'agriculture in Lyon:

Annales V. Série. tom. 6—8. 1883—84—85. gr. 8°.
Histoire des herbiers par le Dr. Saint Lager. Paris 1885. 8°.

Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Tom. 30. 31. Année 1883/84. 8°.

Wisconsin Academy of Sciences in Madison:

Transactions. Vol. VI. 1881—83. 1886. 8°.

Government Observatory in Madras:

Results of Observations of the fixed stars. 1887. 4°.

R. Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. Nr. 28. 1886. 4°.

Observatorio meteorologico in Mexico:

Memorias de la sociedad scientifica „Antonio Alzate". Tomo I. Cuad. 2. 1887. 8°.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Tom. VII. entr. 16—18. 1886. fol.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Serie 3. vol. 2. p. 129—178. vol. 3. p. 1—48. 1886. 8°.

Académie des Sciences in Montpellier:

Mémoires. Section de médecine. Tom. VI, 1. 1886. 4°.

Royal Society of Canada in Montreal:

Proceedings and Transactions for the year 1885. Vol. III. 1886. 4°.

Natural History Society in Montreal (Canada):

The Canadian Record of Science. Vol. II. No. 5. 6 1887. 8°.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1886. Nr. 4. 1887. Nr. 1. 2. 8°. 1886—87. 8°.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 17. Jahrg. 1886. 10—12. 18. Jahrg. 1887. 1—5. München 1886—87. 4°.

Société des Sciences in Nancy:

Bulletin. Ser. II. Tom. VIII. fasc. 19. Paris 1886. 8°.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VII. Heft I. Berlin 1886. 4°.

Société des sciences naturelles in Neuchatel:

Bulletin. Tom. XV.1886. 8°.

North of England Institute of Min. and Mechan. Engineers in New-Castle-upon Tyne:

Transactions. Vol. XXXVI. part. I. II. 1887. 8°.

Astronomical Observatory of Yale University in New-Haven:

Transactions. Vol. I. part 1. 1887. 4°.

American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science Vol. XXXII. Nr. 190—195. Oct. 1886—March 1887. 8°.

American Geographical Society in New-York:

Bulletin. 1886. Nr 2—5. 1887. Nr. 1. 1886—87. 8°.

Second geological Survey of Pennsylvania in New-York:

Annual Report for 1885. Mit Atlas. Harrisburg 1886. 8°.

Neurussische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Tom. XI. 2. 1887. 8°.
Mathemat. Abth. Sapiski. Tom. VII. 1886. 8°.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. 1887. Tom. IV. Nr. 1. 8°.

Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Palermo:

Atti. Anno 1887. fasc. I. Genn.—Febbrajo. 1887. gr. 8°.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 104. Nr. 1—25. 1887. 4°.
Mission scientifique du Cap Horn. 1882—83. Tom. III. 1886. 4°.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1887. 3e Sér. Tom. XVII. Nr. 1—25. 1887. 8°.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. 4e Sér. Tom. I. livr. 542—546. Févr.—Juin. 1887. gr. 8°.

Revue Internationale d'Electricité in Paris:

Revue. 3e année. Tom. IV. 1887. No. 25—35. 1887. gr. 8°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IIIe Série. Tom. IX. fasc. 4. Tom. X. fasc. 1. 1886—87. 8°.

Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXXI. XXXII. 1884—85. 8°.

Société de géographie in Paris:

Comptes rendus. 1887. No. 1—11. 8°.
Bulletin. 4e trimestre. 1886. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin pour l'année 1886 partie 4. 5. 6. 1887 partie 1. 1886—87. 8°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XII. livr. 5. 1886. 4°.

Kais. Universität in St. Petersburg:

Trudy Sankt-Petersburgskago obschtschestwa jestestwo-ispytatelai. (Arbeiten der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft). Bd. 17. 1886. 8°.
N. Wedenski, Ueber die Beziehungen zwischen Reizung und Erregung im Tetanus. 1886. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Bulletins 1886. Vol. V. No. 9—11. Vol. VI. Nr. 1—5. 1886/87. 8°.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1885. Theil I. u. II. 1886. 4°.
Katalog der meteorologischen Beobachtungen in Russland und Finnland von E. Leyst. 1887. 4°.
Ueber Auf- und Zugang der Gewässer des Russischen Reiches von M. Rykatschew. 1887. 4°.
Wahre Tagesmittel der Temperatur von E. Wahlén. 1887. 4°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. 18. Heft 9. Tom. 19. Heft 1—5. 1886—87. 8°.

Kais. russische Geographische Gesellschaft in St. Petersburg:

Beobachtungen der russ. Polarstation an der Lenamündung. II. Th. Meteorolog. Beobachtungen. 2 Bde. 1886. 4°.

Nicolai-Haupt-Sternwarte in St. Petersburg:

Stern-Ephemeriden auf das Jahr 1887 von W. Döllen. 1886. 8°.

Academy of natural sciences in Philadelphia:
Proceedings. 1886. part III. Oct.—Dec. 1887. 8°.

American Pharmaceutical Association in Philadelphia:
Proceedings. 34th annual meeting held at Providence. Sept. 1886. 8°.

American Philosophical Society in Philadelphia:
Proceedings. Vol. XXIII. Nr. 124. 1886. 8°.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:
Atti. Memorie. Vol. VIII. fasc. 1. 1886. 8°.
Processi-verbali. Vol. V. p. 119—202. 1886. 8°.

Museu nacional in Rio de Janeiro:
Archivos. Vol. VI. 1885. 4°.

R. Accademia dei Lincei in Rom:
Atti. Memorie. Classe di scienze fisiche. Ser. IV. Vol. I. 1885. 4°.

Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei in Rom:
Atti. Anno 37. Sessione 6—8. 1884. 4°.

Reale Comitato geologico d'Italia in Rom:
Bollettino. 1886 Nr. 9—12. 1887. Nr. 1. 2. 1886—87. gr. 8°.

Ufficio centrale di meteorologia italiana in Rom:
Annali. Serie II. Vol. II. III, 1—3. IV, 1—3. V, 1—3. VI, 1. 3. (1880—84). 1882—86. 4°.

Peabody Academy of Science in Salem:
19. Report. 1887. 8°.

California Academy of Sciences in San Francisco:
Bulletin. Vol. II. No. 5. 1886. 8°.

Academy of Science in Saint Louis:
Transactions. Vol. IV. Nr. 4. 1878—86. 1886. 8°.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in Sanct Gallen:
Bericht über die Thätigkeit während der Jahre 1884/85. 1886. 8°.

Botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:
Irmischia. 6. Jahrg. 1886. Nr. 5—8. 8°.

Verein für Erdkunde in Stettin:
Jahresbericht 1886. 1887. 8°.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XX. (1886) fasc. de Déc.—Juin.
Tom. XXI. (1887) fasc. Janv.—Juin. 1886—87. 8°.

Royal Society of New-South-Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. Vol. XIX. for. 1885. 1886. 8°.

Observatorio astronómico de Tacubaya (Mexico):

Coordenadas geográficas por Angel-Anguiano. 1886. 8°.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Meteorologische Beobachtungen im J. 1885. 1886. 4°.

Universität in Tokio (Japan):

Journal of the College of Science. Vol. I, part 1. 2. 1886—87. 4°.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. 3. Ser. Vol. 4. fasc. 2. 1887. 8°.

Zeitschrift „der Naturforscher" in Tübingen:

Der Naturforscher. 20. Jahrg. 1887. Nr. 3—9. 11—27. 1887. 4°.

Observatoire météorologique de l'Université in Upsala:

Bulletin mensuel. Vol. 18. (année 1886). 1886—87. Fol.

Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Neederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1878. Deel II. 1886. 4°.
„ 1886 „ I. 1887. 4°.

Philosophical Society in Washington:

Bulletin. Vol. IX. 1887. 8°.

U. S. Coast and geodetic Survey in Washington:

Report of the Superintendent for the year ending with June 1885. 1886. 4°.

United States Geological Survey in Washington:

Bulletin Nr. 27—33. 1886. 8°.
Monographs of the U. S. Geological Survey. Vol. XI. 1885. 4°.
Mineral Resources of the U. S. Calendar. Year 1885. 1886. 8°.

Smithsonian Institution in Washington:

Annual Report for the year 1884. Part II. 1885. 8°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien:

Die Oesterreichische Polarstation Jan Mayen. Bd. II. Abtheil. 2. 1886. 4°.

K. K. naturhist. Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. I. Nr. 3. 4. Bd. II. Nr. 1. 2. 1886—87. 4°.

K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien:

Annalen. Bd. 4. 1884. 1886. Fol.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Abhandlungen. Bd. XII. Nr. 1—4. 1886. Fol.
Jahrbuch. Jahrg. 1886. Bd. 36. Heft 2—4. 1886. 4°.
Verhandlungen. 1886. Nr. 6—11. 13—18. 1887. Nr. 1. 1886—87. 4°.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XVI. Heft 1—4. Bd. XVII. Heft 1. 1886—87. 4°.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1886. H. 9. 1887. H. 1—4. 1887. 8°.

Geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 29. Bd. 1886. 8°.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. 36. Band. 3. u. 4. Quartal 1886. 8°.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg:

Sitzungsberichte. Jahrg. 1886. 8°.
Verhandlungen. N. F. Bd. XX. Nr. 11. 1887. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahresschrift. 31. Jahrg. Heft 3 u. 4. 1886. 8°.

Schweizerische meteorologische Zentral-Anstalt in Zürich:

Annalen. Jahrg. 1885. 4°.

Von folgenden Herren:

Eduardo Abreu in Lissabon:

A Raiva. Relatorio. 1886. 8°.

M. Delauney in Paris:

Explication des taches du soleil. 1886. 8°.

Ernst Fischer in Strassburg:

Beitrag zu dem Drehungsgesetz bei dem Wachsthum der Organismen. Berlin 1887. 8°.

A. v. Kölliker in Würzburg:

Der jetzige Stand der morphologischen Disciplinen. Jena 1887. 8°.

M. Lerch in Prag:

Contributions à la théorie des fonctions. 1886. 8°.

M. Lipschitz in Bonn:

Recherches sur la transformation, par des substitutions réelles, d'une somme de deux ou de trois carrés en elle-même. Paris 1886. 4°.

Elias Loomis in New-Haven:

Contributions to Meteorology. Chapter II. 1887. 4°.

H. W. Middendorp in Groningen:

Die Jnjection der Mamma. Leipzig 1887. 8°.

Ernst Siegfried Mittler & Sohn, k. Hofbuchhandlung in Berlin:

Anwendung der Linearprojection zum Berechnen der Krystalle von Martin Websky. 1887. 8°.

S. Nikitin in St. Petersburg:

Bibliothèque géologique de la Russie l. II. 1886—87. 8°.
Recherches géologiques le long de la ligne du chemin de fer Samara-Oufa. 1887. 8°.

Edward C. Pickering in Cambridge, Mass.:

41st. annual Report of the Director of the Astronomical Observatory of Harvard College. 1887. 8°.
Heights of the White Mountains. s. l. s. a. 8°.

M. Ph. Plantamour in Genf:

Des Mouvements périodiques du sol (8e année). 1886. 8°.

G. vom Rath in Bonn:

Worte der Erinnerung an Martin Websky. 1887. 8°.

F. v. Sandberger in Würzburg:

Bemerkungen über einige Heliceen im Bernstein der preussischen Küste. Danzig 1886. 8°.

Ernst Sasse in Brandenburg:

Die Erhaltung der Empfindungs-Energie. Berlin 1887. 8°.

Arcangelo Scacchi in Neapel:

Sopra un frammento di antica roccia vulcanica inviluppato nella lava Vesuviana del 1872 memoria. 1886. 4°.
I composti fluorici dei Vulcani di Lazio. 1887. 4°.
Le eruzioni polverose e filamentose dei vulcani. 1886. 4°.

Hugo Seeliger in München:

Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liége. II. Ser. Tom. 13 Bruxelles 1886. 8°.

August Tischner in Leipzig:

The fixed Idea of astronomical Theory. 1885. 8°.

August Weismann in Freiburg i/Br.:

Ueber die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung. Jena 1887. 8°.

Johannes Wislicenus in Leipzig:

Ueber die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekulen. 1887. 4°.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 68 u. 69. 1887. 8°.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. November 1887.

1. Herr E. LOMMEL legt eine von dem correspondirenden Mitgliede OSKAR EMIL MEYER in Breslau eingesandte Abhandlung: „über die Bestimmung der inneren Reibung nach Coulomb's Verfahren" vor.

2. Herr L. RADLKOFER macht eine zweite Mittheilung „über einige Capparis-Arten".

3. Herr L. v. SEIDEL überreicht eine von dem correspondirenden Mitgliede LEO KÖNIGSBERGER in Heidelberg überschickte Abhandlung: „über die für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung zwischen den Fundamentalintegralen und deren Ableitungen stattfindenden algebraischen Beziehungen".

Ueber die Bestimmung der inneren Reibung nach Coulomb's Verfahren.

Von Oskar Emil Meyer.

(*Eingelaufen 5. November.*)

Für den Reibungscoefficienten einer Flüssigkeit oder eines Gases erhält man aus Versuchen, welche in der Weise Coulomb's[1]) mit schwingenden Scheiben ausgeführt sind, bekanntlich etwas zu grosse Werthe,[2]) wenn man sich der

1) Mém. de l'Inst. nat. T. 3, an IX.

2) Poggendorffs Annalen Bd. 113 S. 67, 1861.

von Stokes[1]) und von mir[2]) theoretisch entwickelten Formeln zur Berechnung bedient. Dieser Uebelstand rührt daher, dass es nicht gelungen ist, die mathematische Theorie soweit durchzuführen, dass der Einfluss der inneren Reibung ganz vollständig in Rechnung gezogen wäre. Es ist nur diejenige Reibung berücksichtigt worden, welche zwischen den horizontalen, der schwingenden Scheibe parallelen Schichten der Flüssigkeit ausgeübt wird, nicht aber diejenige, durch welche die Bewegung über den Rand der Scheibe und über die Cylinderfläche, welche die Verlängerung der Randfläche bildet, hinaus an die im äusseren Theile des Behälters befindlichen Flüssigkeitsmassen übertragen wird.

Ein glücklicher Versuch, diesen Mangel auszugleichen, ist kürzlich von Walter König[3]) gemacht worden, indem er zu der auch von mir benutzten Stockes'schen Formel für das logarithmische Decrement der Amplituden ein Correctionsglied hinzufügte. Bei der Berechnung seiner eigenen Beobachtungen bewährte sich diese Verbesserung vortrefflich; ebenso genügt sie, wie ich durch die weiterhin mitgetheilten Zahlen zeigen werde, in sehr befriedigender Weise, um die Abweichung zu beseitigen, welche bisher zwischen meinen Versuchen über die Reibung von Flüssigkeiten und von Luft einerseits und den Beobachtungen über die Strömung in Röhren andrerseits zu bestehen schien.

Das Verfahren, durch welches Herr König zu seiner Verbesserung der älteren Formel gelangt, beruht im wesentlichen auf folgender Betrachtung. Die Reibung des umgebenden Mediums übt auf die Bewegung eines schwingenden Apparats einen doppelten Einfluss aus, indem sie nicht bloss die Schwingungsbögen allmählich verkleinert, sondern auch

1) Cambr. phil. Transact. IX, p. II, S. [78]. 1850.

2) Crelle's Journ. f. Math. Bd. 59, S. 274, 1861.

3) W. König, über die Bestimmung von Reibungscoefficienten u. s. w. Habilitationschrift. Leipzig 1887. Wied. Ann. Bd. 32, S. 193.

die Schwingungszeit so vergrössert, als ob das Trägheitsmoment um einen dem logarithmischen Decrement der Amplituden angenähert proportionalen Betrag zugenommen hätte. Diese zunächst einen schwingenden festen Körper betreffende Bemerkung darf auf eine flüssige Masse übertragen werden, und zwar in unserem Falle auf eine über oder unter der Scheibe des Coulomb'schen Apparats befindliche flüssige Scheibe von gleichem Durchmesser, weil nach der angenähert richtigen Voraussetzung der älteren Theorie innerhalb einer solchen, als unendlich dünn gedachten Scheibe keine Verschiebungen der Bestandtheile gegen einander vorkommen. Das Trägheitsmoment einer solchen Scheibe, welches den Werth $\frac{1}{2}\pi\varrho R^4\delta$ hat, wenn ich, wie in meinen früheren Abhandlungen, durch ϱ die Dichtigkeit der Flüssigkeit, durch R den Halbmesser der Scheibe und durch δ die Dicke der flüssigen Scheibe bezeichne, wird durch die Reibung an ihrem äusseren Rande scheinbar vermehrt zu dem Betrage

$$\tfrac{1}{2}\pi\varrho R^4\delta(1+2l),$$

worin l nach einer von Klemenčič für das Decrement πl der Schwingungen eines Cylinders in einer Flüssigkeit aufgestellten Formel den Werth

$$l=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{2\eta}{\pi\varrho}T}$$

zukommt, wenn η der Reibungscoefficient der Flüssigkeit und T die Schwingungszeit bedeutet. Demnach ist nach König an meinen Formeln die Verbesserung anzubringen, dass die Grösse R^4 durch $R^4(1+2l)$ zu ersetzen sei, oder dass die Zahl

$$\varkappa=\frac{\pi\varrho R^4}{4M}\sqrt{\frac{2\eta}{\pi\varrho}T},$$

welche aus dem beobachteten Decrement zunächst berechnet

wird, um aus ihr mittelst des bekannten Werthes des Trägheitsmoments M und der übrigen vorkommenden Grössen den Reibungscoefficienten η zu erhalten, noch mit dem Factor $1+21$ versehen werden müsse.

Theorie.

Es wird nicht überflüssig sein, die Richtigkeit dieses Schlusses durch eine mathematische Rechnung, welche sich auf die in meiner theoretischen Abhandlung enthaltenen Differentialgleichungen stützt, strenger zu beweisen.

Die Auflösung, welche ich jetzt gebe, geht in der Annäherung einen Schritt weiter, als die früher gefundene; doch beruht auch sie noch auf Voraussetzungen, welche der Wirklichkeit nicht völlig genau entsprechen. Ich muss auch jetzt noch einen Theil der wirklich stattfindenden Reibung vernachlässigen, so dass auch die nach den neuen Formeln berechneten Werthe des Reibungscoefficienten noch etwas zu gross ausfallen.

Wenn wir Punkte gleicher Winkelgeschwindigkeit in der Flüssigkeit suchen, so werden wir finden, dass sie geschlossene Oberflächen bilden, welche die Scheibe des Apparats umschliessen, und welche, je näher sie der Scheibe liegen, um so mehr der Gestalt der Scheibe selber, also der Form eines flachen Cylinders ähnlich werden. Daraus folgt, dass an Stellen, welche dicht über oder unter der Scheibe und der Drehungsaxe näher, als der Rand der Scheibe, liegen, die Winkelgeschwindigkeit ψ sich nur sehr wenig mit dem Abstande r von der Axe verändert, dagegen weit stärker mit dem senkrechten Abstande x von der wagrecht gelegenen Mittelebene der Scheibe. Dagegen gilt für Stellen, deren Entfernung r von der Drehungsaxe grösser als der Radius R der Scheibe ist, gerade das umgekehrte, insofern als die Winkelgeschwindigkeit ψ sich nur wenig mit der

verticalen Höhe x ändert, dagegen desto stärker mit der Entfernung r von der Axe. Hierauf beruhen die Vernachlässigungen, welche ich einführen will.

Um ihren Sinn klarer hervortreten zu lassen, stelle ich mir statt des wirklichen Vorganges einen anderen vor, welcher freilich durch ein Experiment nicht herzustellen, aber doch denkbar ist. Die Flüssigkeit, und zwar sowohl die innerhalb des über und unter der Scheibe stehenden Cylinders vom Radius R, als auch die ausserhalb desselben befindliche, theile ich durch horizontale Ebenen in unendlich dünne Schichten. In irgend einer dieser Schichten soll die Winkelgeschwindigkeit innerhalb des Cylinders, also so lange, als $r < R$ bleibt, nicht variiren, wohl aber ausserhalb, also für $r > R$. Zwei solcher Schichten, welche einander berühren, üben Reibung auf einander aus; aber diese Reibung will ich nur auf dem Theile der Berührungsfläche, welcher in den Cylinder $r = R$ hineinfällt, berücksichtigen; ausserhalb desselben vernachlässige ich sie, denke mir also die ausserhalb befindliche Flüssigkeit in einem solchen Zustande, dass eine Uebertragung von Geschwindigkeit durch Reibung nur in horizontaler, nicht aber in verticaler Richtung geschehen kann.

Demgemäss ersetze ich die früher aufgestellte zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit ψ der Flüssigkeit dienende partielle Differentialgleichung[1])

$$\varrho \frac{d\psi}{dt} = \eta \left\{ \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d}{r\,dr}\left(\frac{d \cdot r^2 \psi}{r\,dr} \right) \right\}$$

für $r > R$ durch die einfachere Gleichung

$$\varrho \frac{d\psi}{dt} = \eta \frac{d}{r\,dr}\left(\frac{d \cdot r^2 \psi}{r\,dr} \right) = \eta \left\{ \frac{d^2\psi}{dr^2} + \frac{3}{r}\frac{d\psi}{dr} \right\},$$

welche nur noch die Coordinate r und die Zeit t als unab-

1) Crelle's Journ. f. Math. Bd. 59, S. 244, Formel (6).

hängige Variabeln enthält. Doch bleibt dabei zu bemerken, dass ψ auch von x abhängt.

Für Punkte innerhalb des durch den Scheibenrand gelegten Cylinders, also für $r < R$, ist ein so einfaches Verfahren zur Aufstellung der Differentialgleichung nicht zulässsig; denn es ist zu berücksichtigen, dass eine flüssige Scheibe vom Halbmesser R und der Höhe dx ohne innere Verschiebungen, also wie eine feste Scheibe um ihren Schwerpunkt schwingt unter dem Einflusse einer dreifachen Reibung an der unteren und der oberen ebenen Fläche, sowie an dem kreisförmig begrenzenden Rande. Bildet man die Summe der Drehungsmomente dieser Kräfte,[1]) so gelangt man zu der für $r < R$ geltenden Differentialgleichung

$$\varrho \frac{d\psi}{dt} = \eta \left\{ \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{4}{R} \left(\frac{d\psi}{dr} \right)_{r=R} \right\},$$

in deren letztem Gliede für die Variabele r der Grenzwerth R einzusetzen ist.

Durch ein ganz gleiches Verfahren erhält man ebenso wie früher die Differentialgleichung[2])

$$M \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\tau\varphi + 2\pi\eta \left\{ R^3 \int_{-c_1}^{c_1} dx \left(\frac{d\psi}{dr} \right)_R + \int_0^R dr\, r^3 \left[\left(\frac{d\psi}{dx} \right)_{c_1} - \left(\frac{d\psi}{dx} \right)_{-c_1} \right] \right\},$$

welche zusammen mit der Bedingung, dass sowohl für $r = R$ als auch für $x = \pm c_1$

$$\psi = \frac{d\varphi}{dt}$$

wird, den Winkel φ bestimmt, um welchen die Scheibe zur Zeit t aus ihrer Gleichgewichtslage herausgedreht ist; c_1 ist die halbe Dicke der Scheibe, und die den Differentialquotienten

1) Vergl. L. Grossmann, Inaug.-Diss. Breslau 1880. Wiedemann's Annalen Bd. 16, S. 619, 1882.

2) Crelle's Journ. f. Math. Bd. 59, S. 244, Formel (7.)

angehängten Indices bezeichnen die Werthe, welche den Coordinaten r oder x in diesen Functionen zu geben sind.

Den Differentialgleichungen suche ich zu genügen, indem ich unter Rücksicht auf die Bedingung der Stetigkeit bei $r = R$

$$\text{für } r > R \quad \psi = \Omega(x)\, P(r)\, e^{-m^2 t}$$
$$\text{„ } r < R \quad \psi = \Omega(x)\, P(R)\, e^{-m^2 t}$$

setze, worin Ω und P Functionen bedeuten, welche die Differentialgleichungen

$$0 = \frac{d^2 \Omega(x)}{dx^2} + p^2 \Omega(x)$$
$$0 = \frac{d^2 P(r)}{dr^2} + \frac{3}{r}\frac{d P(r)}{dr} + q^2 P(r)$$

erfüllen, während die constanten Parameter m, p, q unter einander durch die Bedingungen

$$\frac{\varrho}{\eta} m^2 = q^2 = p^2 - \frac{4}{R}\left(\frac{1}{P(r)}\frac{d P(r)}{d r}\right)_{r=R}$$

verbunden sind. Durch Integration ergiebt sich zunächst der Ausdruck

$$\Omega(x) = A \cos p x + B \sin p x,$$

in welchem eine der beiden Constanten A und B durch die Bedingung bestimmt werden kann, dass in einem Abstande c_2 von der Mittelebene der Scheibe, wo wir uns einen festen Boden oder Deckel des Gefässes denken, die Bewegung aufhört; so erhalten wir

$$\Omega(x) = C \frac{\sin p(c_2 \mp x)}{\sin p(c_2 - c_1)},$$

wo das obere Vorzeichen für positive, das untere für negative Werthe von x gilt, während C eine neue Constante ist, durch welche die Ablenkung der Scheibe nach der Formel

$$\psi = -\frac{C}{m^2} e^{-m^2 t}$$

bestimmt wird. Der zweiten Differentialgleichung genügen zwei Functionen von r, von welchen die eine

$$P(qr) = \int_{-1}^{+1} dz \sqrt{1-z^2}\, e^{qirz} \qquad i = \sqrt{-1}$$

ist, während die andere mit Hülfe dieser ersten durch die Gleichung

$$Q(qr) = P(qr) \int \frac{dr}{r^3 (P(qr))^2}$$

gefunden wird; dieselbe kann aber in dem Falle, dass die Constante qi einen reellen Theil von negativem Werthe besitzt, auch in der Form

$$Q(qr) = \int_1^{\infty} dz \sqrt{z^2-1}\, e^{qirz}$$

dargestellt werden. Von diesen beiden Functionen P und Q behalte ich nur die letztere bei, weil ich voraussetzen will, dass die Flüssigkeit in horizontaler Richtung unbegrenzt sei, wodurch die Bedingung, dass ψ für $r = \infty$ verschwindet, nothwendig wird. Somit setze ich schliesslich als Werthe der Winkelgeschwindigkeit ψ und des Ablenkungswinkels φ die Summe folgender particularen Lösungen an:

$$\text{für } r < R \qquad \psi = \Sigma C \frac{\sin p(c_2 \mp x)}{\sin p(c_2 - c_1)} e^{-m^2 t}$$

$$\text{„ } r > R \qquad \psi = \Sigma C \frac{\sin p(c_2 \mp x)}{\sin p(c_2 - c_1)} \frac{Q(qr)}{Q(qR)} e^{-m^2 t}$$

$$\varphi = -\Sigma \frac{C}{m_2} e^{-m^2 t} .$$

Von der Bestimmung der Constanten C aus dem Anfangszustande zur Zeit $t = 0$ können wir hier absehen, müssen aber den Parameter m näher untersuchen, von welchem p und q nach der Doppelgleichung

$$\frac{\varrho}{\eta} m^2 = q^2 = p^2 - \frac{4}{R} Q'(qR)$$

abhangen, wenn

$$Q'(qr) = \frac{1}{Q(qr)} = \frac{d\,Q(qr)}{dr}$$

die logarithmische Derivirte von Q bedeutet. Wir erhalten m aus der Differentialgleichung für die Bewegung der Scheibe, welche durch Einsetzen der Functionen die Form

$$0 = M m^4 + \tau - \pi \eta m^2 \{p R^4 \operatorname{cotg} p(c_2 - c_1) - 4 c_1 R^3 Q'(qR)\}$$

annimmt. Diese Gleichung besitzt, wie die früher untersuchte einfachere, unendlich viele Wurzeln m; doch kommen von diesen aus den früher erörterten Gründen für das Experiment nur die complex-imaginären in Betracht, und von diesen brauchen nur die eine Wurzel

$$m = a + bi\,,$$

in der beide Grössen a und b reell und positiv sind, zu berechnen, um durch Vertauschung der Vorzeichen die übrigen zu erhalten. Dasselbe gilt nach der obigen Doppelgleichung von q und, wie wir gleich einsehen werden, auch von p. Aus dem Quadrate

$$m^2 = a^2 - b^2 + 2\,a\,b\,i$$

erhält man dann die Schwingungsdauer T und das logarithmische Decrement ε nach den Formeln

$$T = \frac{\pi}{2\,ab} \qquad\qquad \varepsilon = (a^2 - b^2)\,T\,.$$

Bei der Berechnung beschränke ich mich auf den Fall, dass der Abstand der Scheibe von der ruhenden Grenze $c_2 - c_1 = \infty$ gesetzt, und dass zugleich der Radius R der Scheibe im Verhältniss zu der Grösse $\sqrt{\frac{\eta}{\varrho} T}$ als sehr gross

angesehen werden darf. Dann ist die in der hier zulässigen Form von

$$Q(qr) = \int_1^\infty dz \sqrt{z^2 - 1}\, e^{iqrz}$$

vorkommende Exponentialfunction, in deren Exponent

$$i r q z = (a i - b) r z \sqrt{\frac{\varrho}{\eta}}$$

die Variabele r nie kleiner als R ist, eine mit wachsendem z sehr rasch abnehmende Function; denn nach früheren Rechnungen ist annäherungsweise

$$b = \sqrt{\frac{\pi}{2T}},$$

also

$$b r \sqrt{\frac{\varrho}{\eta}} = r \sqrt{\frac{\pi \varrho}{2 \eta T}}$$

eine Grösse von beträchtlichem Werthe. Daraus folgt, dass der Werth der als bestimmtes Integral Q dargestellten Summe hauptsächlich durch denjenigen Werth bestimmt wird, welchen die zu integrirende Function in der Nähe ihres kleinsten Argumentes $z = 1$ annimmt. Dieselbe Eigenschaft besitzt die derivirte Function

$$\frac{dQ(qr)}{dr} = iq \int_1^\infty dz\, z \sqrt{z^2 - 1}\, e^{iqrz}.$$

Also ist angenähert der Werth des Verhältnisses

$$\frac{1}{Q(r)} \frac{dQ(r)}{dr} = Q'(qr) = iq .$$

Hieraus ergiebt sich zunächst für p^2 der angenäherte Werth

$$p^2 = q^2 + 4 i \frac{q}{R}$$

und weiter, da q und R bei den Experimenten grosse Werthe haben, für p angenähert

$$p = q + 2\frac{i}{R} = a\sqrt{\frac{\varrho}{\eta}} + \left(b\sqrt{\frac{\varrho}{\eta}} + \frac{2}{R}\right)i\ .$$

Da der imaginäre Theil dieser Grösse mit einem positiven Factor behaftet ist, so ist für $c_2 - c_1 = \infty$

$$\operatorname{cotg} p(c_2 - c_1) = -i\ .$$

Nach diesen Erörterungen wird die zur Bestimmung von m dienende Formel angenähert

$$0 = M m^4 + \tau - \pi\eta m^2\left\{\left(\frac{2}{R} - q i\right)R^4 - 4c_1 R^3 q i\right\}$$

oder nach einer kleinen Umgestaltung

$$0 = \left(m^2 - \pi\eta\frac{R^3}{M}\right)^2 + \frac{\tau}{M} - \left(\pi\eta\frac{R^3}{M}\right)^2 + \pi\tau\frac{R^4 + 4c_1 R^4}{M}\sqrt{\eta\varrho}\, m^3 i\ .$$

Diese Gleichung 4. Grades unterscheidet sich von der in meiner früheren Arbeit aufgestellten[1]) durch zwei hinzugetretene Glieder. Das eine derselben besteht in der bereits früher angebrachten Correction der Grösse R^4, welche in

$$R^4 + 4c_1 R^3 = (R + c_1)^4$$

verwandelt ist, so dass der Radius R annäherungsweise um die halbe Dicke c_1 der Scheibe zu vermehren ist.

Das andere, neu hinzugekommene Glied enthält die König'sche Correction. Vernachlässigen wir in der Gleichung alle Potenzen von η, welche höher als die erste sind, so erkennt man, ohne die Gleichung aufzulösen, dass der früher berechnete Werth von

$$m^2 = a^2 - b^2 + 2ab\sqrt{-1}$$

---

1) Crelle's Journ. f. Math. Bd. 59, S. 256 Formel (6.); S. 248 Gleichungen (3.).

um die Grösse

$$\pi\eta\frac{R^3}{M}$$

vermehrt werden muss. Dieser Zuwachs ist reell, betrifft also nur den reellen Theil $a^2 - b^2$ und somit das logarithmische Decrement der Schwingungen

$$\varepsilon = (a^2 - b^2)\,T\,,$$

welches um

$$\pi\eta\frac{R^3}{M}T$$

zu vergrössern ist. Das aber ist die König'sche Correction; denn es wird angenähert

$$\varepsilon = \pi\frac{\pi\varrho R^4}{4M}\sqrt{\frac{2\eta}{\pi\varrho}}T + \pi\eta\frac{R^3}{M}T = \pi\varkappa(1+2l)\,.$$

Reibung tropfbarer Flüssigkeiten.

Nach den so verbesserten Formeln habe ich meine mit dem Coulomb'schen Apparat ausgeführten Beobachtungen neu berechnet. Früher hatte ich die Reihenentwicklung[1])

$$\varepsilon = \pi\varkappa\left(1 - \varkappa + \frac{3}{4}\varkappa^2 - \cdots\right)$$

benutzt, um aus dem beobachteten Decrement ε zunächst $\varkappa$ und aus dieser Grösse die Reibungsconstante η herzuleiten. Statt dieser Formel ist jetzt

$$\varepsilon = \pi\varkappa\left\{1 - \left(1 - \frac{8M}{\pi\varrho R^5}\right)\varkappa + \cdots\right\}$$

zu schreiben, da unter Vernachlässigung des unerheblichen Unterschiedes zwischen der Schwingungszeit des Apparats im

1) Poggendorff's Ann. Bd. 113, S. 74, 1861.

leeren Raume und in der Flüssigkeit das hinzutretende Correctionsglied

$$\pi\,\eta\,\frac{R^3}{M}T=\frac{8\,M}{\varrho\,R^5}\varkappa^2$$

zu setzen ist. Durch Umkehrung der Reihe erhalte ich

$$\varkappa=\frac{\varepsilon}{\pi}+\left(1-\frac{8\,M}{\pi\,\varrho\,R^5}\right)\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2+\cdots$$

Also ist an den früher berechneten Werthen von $\varkappa$ eine Verbesserung von der Ordnung des Quadrats des logarithmischen Decrements anzubringen, und in Folge dessen ist die aus $\varkappa$ berechnete Constante

$$\sqrt{\frac{\pi\,\varrho\,\eta}{8}}\,\text{um}\,\frac{8}{\pi\,\varrho\,R\sqrt{T}}\left(\frac{M}{R^4}\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2$$

zu vermindern. Der Betrag dieser Correction wird noch geringer, wenn wir an derselben die Verbesserung anbringen, erstens R^4 durch $R^4+2R^3c_1$ und zweitens ε durch $\varepsilon-\varepsilon_0$ zu ersetzen, wo ε_0 das ausserhalb der Flüssigkeit beobachtete Decrement bedeutet.

Dieses Verfahren habe ich zunächst auf die Werthe jener Constanten[1]), welche ich durch eine mit verschiedenen Scheiben in destillirtem Wasser von etwa 15°, 5 c angestellte Beobachtungsreihe erhalten hatte.

Apparat mit	Radius cm	Contsante früh.	Contsante verb.	Reibungscoefficient früh.	Reibungscoefficient verb.
Ansatzscheiben	2,44	0,09194	0,06787		0,01174
kl. Messingscheibe	5,59	7388	6704	0,01393	1146
Glasscheibe	5,83	7421	6753	1405	1162
gross. Messingscheibe	7,87	7254	6780	1328	1172
Weissblechscheibe	10,75	7159	6878	1308	1206

Für dieselbe Temperatur fand Poiseuille aus Beobachtungen über Strömung in Röhren $\eta=0{,}01127$. Demnach genügt die König'sche Correction recht befriedigend, um

1) Pogg. Ann. Bd. 113, S. 233 unten.

die bisher den Ergebnissen meiner Versuche fehlende Uebereinstimmung unter einander und mit den aus Strömungsbeobachtungen herzustellen.

Dieselben Beobachtungen habe ich mit der Formel König's[1]) auch so verglichen, dass ich aus dem Poiseuille'schen Werthe $\eta = 0{,}001127$ nach der Formel den Werth des Decrements theoretisch berechnet habe.

	berechnet	beobachtet
Apparat mit Ansatzscheiben	0,00091	0,00105
mit der kl. Messingsch.	0,01930	0,01972
„ „ Glasscheibe	0,02438	0,02496
„ „ gross. Messingsch.	0,05777	0,05880
„ „ Weissblechscheibe	0,16747	0,17434

Die beobachteten Werthe sind also ohne Ausnahme grösser als die berechneten, wie es nach den Voraussetzungen der oben entwickelten Theorie zu erwarten war. Doch muss anerkannt werden, dass durch die König'sche Verbesserung der Formel der Einklang zwischen Theorie und Beobachtung erheblich gewonnen hat, besonders bei den kleineren Scheiben.

Nach diesem Erfolge habe ich es der Mühe werth erachtet, auch die meisten anderen, in meiner ersten Abhandlung weiterhin mitgetheilten[2]) Beobachtungen nach der neuen Formel umzurechnen.

Reibungscoefficienten des destillirten Wassers.

Temperatur	Alte Berechnung.	Neue	Nach Poiseuille	Hyperbolische Formel
8,7	0,0169	0,0141	0,0136	0,0139
10,1	157	129	131	133
12,5	150	127	122	125
15,5	137	117	113	116
17,8	126	110	107	110
17,9	130	111	106	110
21,6	119	102	097	104
23,9	112	097	092	097
28,5	102	089	083	089
33,7	093	081	074	081

1) König, Habilitationsschrift S. 29; Wied. Ann. Bd. 32, S. 218.
2) Pogg. Ann. Bd. 113, S. 399 u. folg. 1861.

Den hier aufgeführten neu berechneten Zahlen, welche sich von den früher angenommenen zum Theil erheblich unterscheiden, habe ich zur Vergleichung diejenigen gegenübergestellt, welche eine von mir aus Poiseuille's Beobachtungen abgeleitete Formel [1])

$$\eta = \frac{0{,}01775}{(1 + 0{,}01104\,\vartheta)(1 + 2 \cdot 0{,}01104\,\vartheta)}$$

liefert. Besser werden meine Zahlenwerthe in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur ϑ durch das aus ihnen berechnete hyperbolische Gesetz, welches mit dem von Rosencranz aufgestellten fast übereinstimmt,

$$\eta = \frac{0{,}0183}{1 + 0{,}0369\,\vartheta}$$

wiedergegeben, wie die letzte Zahlenreihe lehrt.

Alaunlösung von 3,650 Th. wasserfreien Alauns in 100 Th. Wasser oder 3,521 Th. Salz in 100 Th. Lösung.

Temp.	Alte	Neue Berechnung
10,°4	0,0193	0,0164
12,15	180	150
22,3	141	120

Der Reibungscoefficient wächst bei Alaunlösung in demselben Verhältniss wie der Salzgehalt, so dass aus diesen Zahlen der Werth für jede andere Concentration leicht berechnet werden kann.

Lösung von schwefelsaurem Natron.

Salzgehalt		Temp.	Alt.	Neu.	η_0	Temp. Coeff.
10,425	9,441	10.4	0,0229	0,0185	0,0296	0,0580
		12,6	209	170		
		17,9	176	146		
7,780	7,218	12.4	189	155	0,0253	0,0502
		13,4	185	152		
		18,1	159	133		
5,160	4,907	9,9	189	156	0,0230	0,0459
		13.75	171	143		
		18,1	149	125		
2,567	2,503	10.2	174	145	0,0205	0,0412
		12,75	161	135		
		18,0	138	117		

1) Wied. Ann. Bd. 2, S. 387. 1877.

Der Salzgehalt ist hier, wie weiterhin überall, so angegeben, dass die erste Zahl ausdrückt, wie viel wasserfreies Salz in 100 Theilen Wasser gelöst war, die zweite, wie viel in 100 Theilen Lösung. Aus den unter der Ueberschrift „Neu" zusammengestellten neu berechneten Werthen des Reibungscoefficienten habe ich Formeln von der Gestalt

$$\eta = \frac{\eta_0}{1 + \beta\vartheta}$$

für jede Lösung berechnet; die beiden letzten Zahlenreihen enthalten die Werthe von η_0 und β.

Lösung von schwefelsaurem Kali.

Salzgehalt		Temp.	Alt.	Neu.
13,30	11,74	17,5	0,0155	0,0133
		30,3	121	104
8,865	8,14	10,95	170	142
		17,9	145	123
		35,0	107	089
4,43	4,24	11,6	163	138
		18,0	146	124
		34,4	098	086

Lösung von salpetersaurem Natron.

Salzgehalt		Temp.	Alt.	Neu.	η_0	Temp. Coeff.
82,62	45,24	17,9	0,0351	0,0255		
57,11	36,35	12,8	299	228	0,0291	0,0233
		17,0	266	207		
		23,3	231	187		
35,26	26,07	— 3,0	340	257	0,0233	0,0280
		14,1	211	166		
		16,5	199	161		
		23,9	166	137		
16,31	14,02	— 2,35	253	200	0,0191	0,0306
		9,3	185	152		
		16,5	150	126		
		24,1	131	111		

Lösung von salpetersaurem Kali.

Salzgehalt		Temp.	Alt.	Neu.	η_0	Temp. Coeff.
16,76	14,35	10,55	0,0147	0,0123	0,0155	0,0279
		10,7	142	119		
		12,7	132	111		
		17,85	124	106		
		21,65	111	095		
11,81	10,57	10,45	150	126	0,0166	0,0307
		23,2	113	097		
7,70	7,15	10,42	151	127	0,0169	0,0322
		23,8	111	096		
4.79	4,57	10,5	151	127	0,0179	0,349
		23,5	113	098		

Aus den letzten 4 Tabellen habe ich die in der folgenden zusammengestellten Werthe für 17°,9 berechnet, um die Abhängigkeit des Reibungscoefficienten vom Salzgehalt anschaulich zu machen. Ebenso wie früher habe ich versucht, diese Abhängigkeit durch Formeln von der Gestalt

$$\eta = \left\{\eta_w + 2\,\eta_{ws}\,\sigma + \eta_s\,\sigma^2\right\}\left(\frac{\varrho}{1+\sigma}\right)^2$$

darzustellen, indem ich für σ den Salzgehalt in 1 Theil Wasser, für ϱ die Dichtigkeit der Lösung und für η_w die innere Reibung des Wassers einführte; die berechneten Werthe der Constanten η_{ws} und η_s, welche die Reibung des Salzes gegen Wasser und die innere Reibung des flüssigen Salzes bedeuten sollen, habe ich beigefügt.

	$100\,\sigma$	Alt.	Neu.	η_{ws}	η_s
Schwefels. Natron	10,425	0,0176	0,0145	0,0112	0,186
	7,780	160	133		
	5,160	150	126		
	2,567	138	117		
Schwefels. Kali	13,298	0,0154	0,0132	0,0127	0,000
	8,865	145	127		
	4,432	146	125		

	100σ	Alt	Neu.	η_{w_0}	η_0
Salpeters. Natron	82,62	0,0351	0,0255	0,0078	0,033
	57,11	261	205		
	35,26	193	155		
	16,31	147	124		
Salpeters. Kali	16,76	0,0124	0,0103	0,0029	0,000
	11,81	128	107		
	7,70	129	107		
	4,80	130	110		
Wasser	0	0,0130	0,0110		

Reibung von gemischten Salzlösungen.

Salzgehalt				Temp.	Alt.	Neu.
Lösung von Kali- und Natron-Salpeter.						
0,00	NO_3K	13,01	NO_3Na	16,9	0,0148	0,0124
5,11	„	9,04	„	16,2	145	122
7,69	„	7,04	„	16,2	138	116
11,57	„	4,02	„	15,5	136	115
13,93	„	2,20	„	16,0	132	111
Lösung von schwefelsaurem und salpetersaurem Natron.						
5,86	SO_4Na_2	5,71	NO_3Na	15,8	0,0164	0,0136
Lösung von schwefelsaurem und salpetersaurem Kali.						
6,65	SO_4K_2	4,18	NO_3K	18,0	0,0139	0,0117
7,34	„	2,88	„	—	142	119
Lösung von salpetersaurem Kali und schwefelsaurem Natron.						
13,87	NO_3K	1,80	SO_4Na_2	16,0	0,0137	0,0115
11,49	„	3,28	„	15,6	145	121
7,58	„	5,71	„	15,5	159	132
5,02	„	7,30	„	16,0	166	138
Lösung von salpetersaurem Natron und schwefelsaurem Kali.						
4,08	SO_4K_2	9,02	NO_3Na	14,5	0,0160	0,0132
7,52	„	6,01	„	14,8	161	134
10,47	„	3,00	„	15,1	164	136

Reibungscoefficient des Rüböls.

Temperatur	Alte	Neue Berechnung
0°	69,3	25,3
6,5	14,9	5,18
12,4	7,52	3,08
13,9	6,79	2,82
18,1	3,44	1,69
27,0	2,19	1,20
29,5	1 65	0,96
31,6	1,50	0,90

Bei Flüssigkeiten von so grosser Zähigkeit, wie Oel, ist also der Betrag der Correction sehr erheblich, und es ist anzunehmen, dass die neu berechneten Werthe noch beträchtlich grösser als die wahren sein mögen.

Reibung der Luft.

Das Rechnungsverfahren, welches ich auf meine mit tropfbaren Flüssigkeiten angestellten Beobachtungen mit gutem Erfolge angewandt habe, bewährt sich nicht bei der Berechnung der über die Reibung der Luft ausgeführten Versuche; denn der Werth der Correction fällt, da im Nenner die Dichtigkeit ϱ vorkommt, bei Flüssigkeiten von so geringer Dichte und verhältnissmässig so starker Reibung, wie die Luft sie besitzt, sehr gross aus. Es ist daher zweckmässiger, die früher berechneten Werthe gar nicht zu benutzen, sondern den Reibungscoefficienten aus den unmittelbar beobachteten Grössen neu zu berechnen.

Bei meinen Versuchen über die Reibung der Luft[1]) habe ich das Verfahren Coulomb's so abgeändert, dass ich am Apparat statt einer drei Scheiben anbrachte, welche auf der Axe verschoben werden konnten. Ich liess diese drei Scheiben einmal von einander getrennt schwingen und dann

1) Pogg. Ann. Bd. 125, S. 177.

so auf einander liegend, dass die Reibung der Luft an den vier mittleren Scheibenflächen beseitigt war. Die Differenz der bei beiden Anordnungen beobachteten logarithmischen Decremente ε' und ε stellte ich dann durch die Formel[1])

$$\lambda = \varepsilon' - \varepsilon = 2\varkappa = \frac{\pi R^4}{M}\sqrt{\frac{\pi}{2}\eta\varrho T}$$

dar, da es wegen der Kleinheit von η und ϱ erlaubt ist, höhere Potenzen von $\varkappa$ zu vernachlässigen.

Diese Formel ist jetzt durch das von König hinzugefügte Glied zu vervollständigen, so dass wir zur Bestimmung der zuvörderst gesuchten Unbekannten $\sqrt{\eta}$ eine quadratische Gleichung

$$\lambda = \frac{\pi R^4}{2M}\left\{\sqrt{2\pi\eta\varrho T} + \frac{4}{R}\eta T\right\}$$

erhalten, welche aufgelöst wird durch die Wurzel

$$\sqrt{\eta T} = \sqrt{\frac{M}{\pi R^3}\frac{\lambda}{2} + \frac{\pi}{32}\varrho R^2} - \frac{R}{8}\sqrt{2\pi\varrho}\,.$$

Nach dieser Formel habe ich drei Beobachtungsreihen[2]) neu berechnet. Die Ergebnisse enthält die folgende Zusammenstellung, in welcher alle Masse auf Gramm, Centimeter und Secunden reducirt sind.

1. Apparat mit Messingscheiben. $M = 55545$; $R = 9{,}988$; $T = 14{,}19$.

Temp.	Druck	λ	$\sqrt{\eta}$	η	früh. Berechn.
22,4	75,75	0,001676	0,0145	0,000217	0,000332
3	50,06	1311	135	182	307
6	25,11	0813	115	135	236
25	0,80	0559	160	255	

1) Pogg. Ann. Bd. 125, S. 402.

2) Die erste vom Februar 1863 wurde auf S. 578, die zweite vom April 1863 auf S. 580—581, die dritte vom December 1863 auf S. 582 der erwähnten Abhandlung in Poggendorff's Annalen Bd. 125 mitgetheilt.

2. Zweite Reihe mit demselben Apparat.

Temp.	Druck	λ	$\sqrt{\eta}$	η	früh. Berechn.
22,5	74,72	0,001619	0,0142	0,000201	0,000313
20,9	49,49	1368	141	198	336
21,0	23,97	0741	107	115	204
21,8	7,12	0579	121	147	
20,7	0,46	0537	162	263	

3. Apparat mit Glasscheiben. $M = 6584$; $R = 7{,}566$; $T = 8{,}895$.

17,6	74,91	0,00342	0,0136	0,000185	0,000288
19,6	49,97	323	148	218	385
20,1	25,05	208	127	162	318
21,6	1,18	073	110	122	817

Die neu berechneten Zahlen stimmen sehr viel besser als die früher gefundenen unter einander überein, so dass meine Beobachtungen jetzt recht befriedigend die Thatsache bestätigen, dass der Reibungscoefficient der Luft, wie es Maxwell's Theorie verlangt, von ihrer Dichtigkeit unabhängig ist; damals aber durfte ich nur behaupten, dass nach meinen Beobachtungen das Maxwell'sche Gesetz mindestens annäherungsweise zutreffe.

Die Abweichungen der Zahlen sind freilich auch jetzt noch nicht ganz verschwunden; doch liegt ohne Zweifel der Grund hauptsächlich in dem störenden Einfluss der den Apparat umschliessenden Glasglocke. Die Bewegung breitet sich in dem reibenden Medium um so weiter aus, je grösser die Reibung, je kleiner die Dichtigkeit desselben und je grösser die Schwingungszeit des Apparats ist. Daher muss die Störung durch die feste Wand der Glocke am stärksten bei den mit den grösseren Messingscheiben in möglichst verdünnter Luft angestellten Versuchen sich fühlbar machen. Abgesehen von diesen zwei Beobachtungen, stimmen alle Ergebnisse ziemlich gut mit den aus Transspirationsversuchen

hergeleiteten und den nach Maxwell's Methode bestimmten Werthen überein.

Die von Herrn W. König zu meinen früher benutzten Formeln hinzugefügte Correction befindet sich also nicht nur mit der Theorie im Einklange, sondern hat sich auch bei Anwendung auf meine Beobachtungen in allen Fällen aufs beste bewährt.

Ueber einige Capparis-Arten.

Zweite Mittheilung.

Von L. Radlkofer.

(Eingelaufen 25. November.)

Die in diesen Sitzungsberichten im Jahre 1884 von mir in Bethätigung der anatomischen Methode veröffentlichten Beobachtungen und Bemerkungen „über einige Capparis-Arten" hatten mir Veranlassung gegeben, für mehrere der von Vesque in seinem „Essai d'une Monographie anatomique et descriptive de la Tribu des *Capparées (Capparidées* ligneuses)" — Ann. d. Scienc. nat., 6me sér., XIII, 1882, p. 47 etc. — behandelten *Capparis*-Arten die Richtigkeit der von ihm gemachten Angaben, beziehungsweise die Richtigkeit der Bezeichnung der von ihm untersuchten Arten anzuzweifeln.

Vesque fühlte sich dadurch in lobenswerthester Weise aufgefordert, in einer neuen, mir durch seine Güte vor einigen Monaten (im Juni d. J.) zugekommenen Veröffentlichung über diesen Gegenstand — Epharmosis, sive Materiae ad instruendam Anatomiam Systematis naturalis auctore F. Vesque; Pars prima: Folia *Capparearum*, Tab. I – LXXVII; Vincennes (ohne Jahreszahl) — eine Berichtigung der von mir angezweifelten Angaben anzustreben.

Um seine eigenen Worte zu gebrauchen, so sagt er p. 4 a. a. O.: „Un intéressant travail publié depuis peu par M. Radlkofer (Ueber einige *Capparis*-Arten, Sitzungsb. etc.)

me fait un devoir d'introduire quelques modifications dans la dénomination des plantes que j'ai étudiées et me fournit l'occasion de quelques remarques complémentaires."

Derselbe spricht sich nun in fünf Bemerkungen über die betreffenden Arten aus, und diese Bemerkungen tragen sicherlich manches zur Aufklärung über die früheren Angaben und die dadurch rege gemachten Zweifel bei, bringen jedoch noch nicht die volle Klarheit zu Tage.

Diese im einen Falle zu geben, im anderen wenigstens weiter anzubahnen, dazu sollen nun die folgenden Darlegungen dienen, zu welchen ich durch briefliche Mittheilungen und durch Zusendung entsprechender Materialien von Seite des Herrn Vesque selbst in den Stand gesetzt worden bin, wie ich in vollster Anerkennung der in diesem Entgegenkommen sich aussprechenden warmen Liebe zur Wissenschaft und zur Wahrheit hervorhebe. —

Es erscheint, um die entsprechenden Anknüpfungspunkte zu gewinnen, angemessen, die fünf Bemerkungen des Herrn Vesque hier wiederzugeben. Sie betreffen die von ihm als *Capparis Volkameriae* DC., *C. flexuosa* Vellozo, *C. anceps* Shuttlew., *C. oxysepala* Wright und *C. salicifolia* bezeichneten Pflanzen und lauten folgendermassen:

1. *Capparis Volkameriae* DC. — M. Radlkofer l. c. p. 110 ayant examiné une feuille et un bouton de fleure du *C. Volkameriae* de l'herbier Delessert, considère cette plante comme identique avec le *C. horrida* L. de l'Inde, quoiqu' elle soit indigène du Cap de bonne espérance. La plante que j'ai trouvée sous ce nom à l'herbier du Muséum et qui vient, non des Moluques comme je l'ai dit par suite d'un lapsus, mais bien du Cap, est fort différente du *C. horrida*: elle ne concorde guère davantage avec le *C. pubiflora* dont le savant de Munich voulait la rapprocher sur la foi des descriptions anatomiques. Il ne me paraît donc pas démontré, malgré l'apparente authenticité de l'exemplaire étudié par Mr.

Radlkofer, que la plante que j'ai eue sous yeux n'est pas le vrai *C. Volkameriae*. D'ailleurs le fait seul que de Candolle a rangé le *C. Volkameriae* dans le „*Seriales*", tandis que le *C. horrida* trouve sa place parmi les „*Pedicellares*", prouve que cet auteur considérait les deux plantes comme fort différentes.

2. Au nom de *C. flexuosa* Velloz. j'ai substitué celui de *C. Arrabidae* proposé par Steudel afin d'éviter une confusion avec le *C. flexuosa* Blume.

3. J'admets volontiers avec M. Radlkofer que mon *C. anceps* Schuttlew. n'est autre que *C. jamaicensis* Jacq. Seule la méthode anatomique était capable de débrouiller, entre le mains de M. Radlkofer, le chaos de quelques espèces américaines des sections *Breyniastrum* et *Quadrella*.

4. L'espèce décrite dans ma monographie sous le nom de *C. oxysepala* n'est pas, selon M. Radlkofer, le vrai *C. oxysepala* Wright. Cet auteur a eu la bonne fortune de voir, dans l'herbier de Grisebach, l'échantillon type de Wright et il pense que la plante que j'ai eue entre les mains, est ou bien une espèce distincte ou bien appartient au *C. Breynia*. Ceci n'étant certainement pas le cas, — et il suffit de jeter les yeux sur les figures pour s'en convaincre, — il faut s'arrêter à la première alternative. Je m'abstiendrai pourtant de donner un nom à la plante avant que ses caractères organographiques soient étudiés.

5. On cultive dans les serres du Muséum, sous le nom de *C. salicifolia*, une espèce distincte que j'ai décrite et que je figure (pl. LXXI). J'ignore d'où vient cette plante et quel est l'auteur du nom. La plante n'a rien de commun avec le *C. saligna*. —

Ich halte in meiner Erörterung dieser Bemerkungen die Reihenfolge derselben ein. —

I.

Von der auf Taf. XXXVI n. 17 von Vesque unter der Bezeichnung „*C. Volkameriae* DC." — mit dem Beisatze: „Cap. Bonae Spei (in monographia false Moluccae pro patria citatae)" — dargestellten Pflanze hatte ich schon vor geraumer Zeit durch Herrn Poisson, Aide-naturaliste am Pariser Museum, an den ich mich, wie an Herrn Vesque selbst bald nach dem Erscheinen meiner eingangs bezeichneten Abhandlung um gefällige Uebersendung kleiner Fragmente der zweifelhaften Pflanzen gewendet hatte, ein Blatt und Theile einer Inflorescenz mit Blüthenknospen erhalten, jedoch abermals mit der Vaterlandsbezeichnung „Moluques", so dass über die Pflanze nicht in's klare zu kommen war. Uebrigens zeigte die Art der Inflorescenz, dass die Pflanze weder mit den „*Pedicellares*" noch mit den „*Seriales*", den von Vesque unter 1. betonten Gruppen, welche De Candolle neben den weiteren der „*Corymbosae*" und der „*Octandrae*" als Unterabtheilungen seiner ersten Section *Eucapparis* unterschieden hat, irgend etwas zu thun haben kann.

Besser gestaltete sich die Sache, nachdem mir aus den neuen Angaben Vesque's (in Bemerkung 1. und auf der citirten Tafel 36) bekannt geworden war, dass die betreffende Pflanze nicht von den Molukken, sondern vom Cap stamme.

Bei der Durchsicht der capensischen Arten des Herb. Monacense machte sich sofort die grosse Aehnlichkeit des aus dem Pariser Museum erhaltenen Blattes mit den Blättern einer leider sterilen Cappflanze bemerkbar, welche aus der Sammlung von Ecklon und Zeyher, und zwar aus dem von England aus vertheilten Theile derselben herrührt, und deren gedruckte Etiquette mit übrigens handschriftlich eingefügter Nummer und Namensbezeichnung folgendermassen lautet: „569 *Capparis Volkameriae* DC. In the forests of

Krakakamma and Adow. District of Uitenhage; Fl. December."

Die daraufhin vorgenommene weitere Vergleichung mittelst der anatomischen Untersuchung bestätigte diese Wahrnehmung und ergab eine vollständige Uebereinstimmung in der Structur der beiderlei Blätter, sowie mit den auf Tafel 36 gegebenen anatomischen Darstellungen Vesque's, welchen ich hier nur das beifügen will, dass die in fast allen Zellen des Blattinneren hier enthaltenen Krystalle aus oxalsaurem Kalke bestehen, was nicht bei allen Krystallen in *Capparis*-Blättern der Fall ist (sieh darüber im Folgenden unter V).

Darnach liess sich nun unter Zuhilfenahme der Flora capensis von Harvey und Sonder und bei gleichzeitiger Berücksichtigung des durch die Analyse der aus Paris erhaltenen Blüthenknospen gewonnenen Ergebnisses — namentlich der geringen, nur 6 betragenden Zahl der Staubgefässe — leicht die Ueberzeugung gewinnen, dass die Pariser, wie die Münchener Pflanze zu *C. Zeyheri* Turcz. gehöre, welche Turczaninow (Animadv. in Bull. Mosc. XXVII. Nr. 3, 1854, p. 324; Sep. Abdr. p. 54) in die Section „*Eucapparis*, § 4 *Octandrae*" verwiesen hat, wie, ihm folgend, Harvey und Sonder, welcher er ferner, wie diese Autoren, traubige Inflorescenzen zuschreibt, und für welche er, wie Harvey und Sonder, die Collectio Zeyher n. 1915 [sphalmate „1905"] und ausserdem das Synonym angeführt hat: „*Capparis Volkameriae* Drege coll., non DC. Prodr."

Dieses Resultat nun, dass die von Vesque als *Capparis Volkameriae* DC. — wie früher, so auch jetzt noch, trotz meiner von ihm (unter 1) erwähnten Darlegung, dass das Original der *C. Volkameriae* DC. im Herb. Delessert nichts anderes als *C. horrida* L. f. sei — bezeichnete und neuerdings geradezu (unter 1) für die „wahre *C. Volkameriae* DC." erklärte Pflanze

nichts anderes als *Capparis Zeyheri* Turcz. ist, wird auf das vollkommenste dadurch bestätigt, dass Herr Vesque ein von ihm selbst mir vor einiger Zeit (am 26. Juli dieses Jahres) übersendetes Blatt der Pariser Pflanze, das in seiner Structur ganz mit dessen Angaben übereinstimmt, als von einem Exemplare aus der erwähnten Collectio Zeyher, n. 1915 herrührend bezeichnet hat. Dieses Exemplar ist zugleich, wie Herr Vesque brieflich beifügte, das einzige, das er bei seiner jetzigen Nachsuchung im Pariser Herbare zu finden vermochte, und somit wohl dasselbe, von welchem auch die durch Herrn Poisson mir früher zugekommenen Theile herrühren, wofür auch die vollständige Uebereinstimmung der betreffenden Blätter in allen ihren Eigenschaften spricht.

Darnach ist die Frage, welche Pflanze es sei, über welche Vesque unter dem Namen *C. Volkameriae* DC. berichtet hat, erledigt. Die Antwort lautet: *Capparis Zeyheri* Turcz. —

Mit dieser Erledigung ist aber noch nicht alles abgethan, was ich über diese Pflanze und die in ihrem Betreffe von Vesque und mir gepflogenen Erörterungen zu sagen habe.

Es versteht sich nach dem Vorausgehenden von selbst, dass Herr Vesque Recht hat, wenn er in der oben wiedergegebenen Bemerkung hervorhebt, dass die von ihm gemeinte *C. Volkameriae* weit verschieden sei von dem, wofür ich das Original der *C. Volkameriae* DC. erklärt habe, das ist *C. horrida* L. f.

Es ist auch natürlich, dass meinem Versuche, die früher von Vesque als Bewohnerin der Molukken bezeichnete angebliche *C. Volkameriae* unter Rücksichtnahme auf die von Vesque selbst hervorgehobenen anatomischen Merkmale einer wirklich den Molukken angehörenden Art, der *C. pubiflora* DC. nämlich, aus der Gruppe der *Pedicellares*, nahe-

stehend — oder in engerem Anschlusse an meine Worte (Sitzungsber. 1884 p. 111) „als dieser näher denn der auf *C. horrida* zurückgeführten *C. Volkameriae* DC. stehend" — zu bezeichnen, kein weiteres Gewicht beizumessen ist, da die betreffende Pflanze ja, wie jetzt bekannt, nicht den Molukken, sondern dem Cap, und nicht der Gruppe der *Pedicellares* oder *Seriales*, sondern jener der *Octandrae* angehört. Es ist jedoch nicht meine Schuld, wenn ich durch die Angaben Vesque's veranlasst worden bin, zur Interpretation seiner *C. Volkameriae* auf eine falsche Gruppe aus weit abgelegenem Gebiete das Augenmerk zu lenken.

Nicht ebenso aber kann ich Herrn Vesque entgegen kommen, wenn derselbe auf die Verschiedenheit der Herkunft und der Stellung, einerseits vom Cap und in der Gruppe der *Seriales* für *C. Volkameriae* DC., andererseits aus Indien und in der Gruppe der *Pedicellares* für *C. horrida* L. f. hinweist, um Zweifel gegen meine Angabe zu erheben, dass das Original der *C. Volkameriae* DC. im Herb. Delessert — oder um den Ausdruck auf das Genaueste den Thatsachen anzupassen, das diesem Originale von Herrn Professor J. Müller in Genf entnommene und durch Herrn C. De Candolle mir im October 1883 übersendete Material[1]) — zu *C. horrida* L. f. gehöre, auf welchen Zweifel er die Annahme basirt, dass die Verschiedenheit seiner *C. Volkameriae* von der De Candolle's keineswegs erwiesen sei.

Diese Verschiedenheit würde sich auch Herrn Vesque sicherlich in unablehnbarer Weise dargestellt haben, wenn derselbe die Diagnose der *C. Volkameriae* DC. (Prodr. I, 1824, p. 247 n. 28) berücksichtiget hätte, sei es auch nur,

1) Wie ich alsbald Veranlassung haben werde hervorzuheben, habe ich seit dem Niederschreiben des Obigen vor Kurzem (im September d. J.) dieses Original selbst auch einzusehen und die Herkunft des früher untersuchten Materiales von demselben zu constatiren Gelegenheit gehabt.

um die Inflorescenz und die Zahl der Staubgefässe — „ungefähr 30" bei der Pflanze De Candolle's, 6—8 bei seiner Pflanze — in Betracht zu ziehen.

Dabei würde ihm unter Rücksichtnahme auf meinen Befund hinsichtlich der Zahl der Staubgefässe (l. c. p. 110) — 40 bei der Pflanze De Candolle's, 47 bei einem Exemplare der *C. horrida* L. f. aus Bengalen — immerhin wohl eine Wahrscheinlichkeit für die Identität dieser beiden Pflanzen eher sich ergeben haben, als für die von ihm gewollte Identität der *C. Zeyheri* mit der Pflanze De Candolle's.

Wenn Vesque weiter für die Negirung oder Anzweiflung der von mir aus der analytischen und anatomischen Untersuchung des Originalexemplares von *C. Volkameriae* DC. gefolgerten Zugehörigkeit dieser Pflanze zu *C. horrida* ein so grosses Gewicht darauf legt, dass De Candolle die *C. Volkameriae* in die Gruppe der *Seriales*, die *C. horrida* aber in die vorausgehende Gruppe der *Pedicellares* (beides, wie schon erwähnt, Gruppen seiner I. Section *Eucapparis*) eingereiht habe, und das als einen Beweis ansieht, dass De Candolle diese beiden Pflanzen als „weit von einander verschieden" („fort differentes") betrachtet habe, so scheint Vesque dabei ausser Acht gelassen zu haben, dass er selbst dieses Gewicht auf Null herabgedrückt habe, indem er in seiner früheren Arbeit (l. c. 1882, p. 89) die *C. horrida* L. f., wie die *C. Volkameriae* DC., in die Gruppe der *Seriales* eingeordnet hat (gleichwie schon früher Hooker und Thomson in der Flora Indiae orientalis), und zwar unter Einreihung der *C. quadriflora* DC. und *C. terniflora* DC. („Specimen authenticum", Vesque a. a. O. p. 90; vergl. DC. „v. s. in h. Mus. Par.") in die Synonymie von *C. horrida*, obwohl De Condolle diese seine beiden, auch bei Hooker und Thomson zu Synonymen der *C. horrida* gewordenen Arten. *C. quadriflora* und *C. terniflora*, mit *C. Volkameriae* in die

Gruppe der *Seriales* und nicht mit *C. horrida* in die Gruppe der *Pedicellares* gestellt hatte, sie also wohl auch „als weit verschieden" von *C. horrida* betrachtet hatte. Dieses frühere Vorgehen von Vesque bietet mir einen Weg, den ich wohl mit Aussicht auf Erfolg betreten kann, um Vesque selbst auch auf meine Seite herüber zu führen: Ich erkläre die „seriale" *C. Volkameriae* DC., anstatt wie früher mit der „pedicellaren" *C. horrida* L. f., für identisch mit der gleichfalls von De Candolle als „serial" bezeichneten *C. terniflora* DC. und *C. quadriflora* DC. — und dann hat sie Vesque selbst schon (1882, l. c. p. 89) als zu *C. horrida* gehörig erklärt, wobei natürlich abzusehen ist von seiner *C. Volkameriae*, d. i. *C. Zeyheri*, welche ja traubige Inflorescenzen besitzt (sieh oben), so dass es einigermassen befremden muss, wie Vesque das in Paris befindliche, mit Blüthen versehene Exemplar derselben (sieh oben) mit der Gruppe der *Seriales* in Verbindung hat bringen können.

Kurz, ich kann an dem von mir ausgesprochenen, auf die vergleichende analytisch-organologische und anatomische Untersuchung gegründeten Urtheile nicht rütteln lassen, dass das Original der *C. Volkameriae* DC. im Hb. Delessert zu *C. horrida* L. f. gehöre.

Dass De Candolle der *C. horrida* L. f. eine andere Stellung anwies als seiner *C. Volkameriae*, *terniflora* und *quadriflora* verliert alles Auffallende, wenn man erwägt, dass De Candolle (den von ihm selbst diesen Arten beigefügten Angaben gemäss) die erstere im Herbarium Banks, also in England, die zweite im Herbarium Delessert, damals in Paris, die dritte im Pariser Museum, alle drei also verhältnissmässig nur flüchtig gesehen, und nur die vierte *C. quadriflora* end-

lich in seinem Herbarium vor sich gehabt hat,[1]) und wenn man weiter berücksichtigt, dass bei einer Vermehrung und Aneinanderdrängung der von oben nach unten sich entwickelnden serialen Blüthen der *C. horrida* über die gewöhnliche Zahl von 2 oder 3 hinaus die unterste nicht selten etwas zur Seite gedrängt wird, wodurch die seriale Anordnung gestört und in die der „*Pedicellares*" umgewandelt erscheinen kann. Vergleicht man die Diagnosen der *C. Volkameriae* und *C. horrida* bei De Candolle, so tritt als wesentliche Verschiedenheit in denselben nur hervor, dass die „stipulae spinosae" bei letzterer als „patentes" bezeichnet werden; so erscheinen sie aber in der That gelegentlich bei Herbarexemplaren in Folge des Pressens.

Ich habe mich bemüht den Fehlgriff, welchen De Candolle in der Aufstellung der *C. Volkameriae* überhaupt und in der Bezeichnung derselben als einer besonderen Art des Caplandes gethan hat, soweit als möglich in seinen ursächlichen Momenten zu verfolgen. Es ist nämlich schwer einzusehen, wie De Candolle dazu kam, in einer Pflanze aus der Polyandria mit „stipulis spinosis apice uncinatis" die „*Volkameria Capensis* Burm.! prodr. cap. 17", wie er citirt, zu sehen, welche N. L. Burman an der citirten Stelle im Anhange zu seiner Flora indica, 1768, in die Didynamia Angiosperma eingereiht und als wehrlose Pflanze bezeichnet hat, mit den Worten: „*Volkameria (capensis)* inermis, foliis alternis ovatis, floribus pedunculatis axillaribus."

De Candolle muss einen ausserhalb dieser Angaben gelegenen Grund gehabt haben, die als *C. Volkameriae* von ihm bezeichnete Pflanze des Herb. Delessert für die erwähnte Pflanze von Burman zu halten.

---

1) Wie ich in Genf selbst im vergangenen September ersehen konnte, in einem von Lambert mitgetheilten Exemplare.

Die autoptische Untersuchung, zu welcher ich in diesem Herbste in Genf Gelegenheit fand, liess diesen Grund einfach darin erkennen, dass die betreffende Pflanze, worauf schon das Rufzeichen in dem Citate bei De Candolle hinweist, aus dem Herbare Burman's, das durch Kauf im Jahre 1801 an Delessert gekommen war[1]), herrührt und von Burman selbst mit der zu jenem Fehlgriffe Veranlassung gewordenen Bezeichnung „*Volkameria capensis*" versehen worden ist.

Diese Bezeichnung trägt (zur Linken) dasselbe Blatt Papier, welchem die Pflanze selbst auch nach der Uebung der damaligen Zeit zugleich mit einer ihr unteres Ende überdeckenden, umrahmten Etiquette ihrer ganzen Ausdehnung nach aufgeklebt ist, so dass an eine später etwa vorgekommene Verwechselung von Pflanze und Bezeichnung hier nicht gedacht werden kann. Die erwähnte Etiquette trägt, wie es scheint ebenfalls von Burman's Hand, die Phrasen: „*Jasminum africanum Styracis folio singulari*", welche ich nirgends publicirt gefunden habe (weder bei Jo. oder N. L. Burman, noch bei Plukenet oder Bauhinus) und „*Volkameria foliis ovatis alternatis floribus axillaribus pedunculatis*", in welcher sich die vorhin (p. 374) angeführte Diagnose N. L. Burman's, abgesehen von dem Worte: „inermis", wörtlich darstellt.

Wie Burman dazu kam, aus dieser mit geöffneten Blüthen versehenen Pflanze — und sei es auch nur bei der Etiquettirung — eine *Volkameria* und zwar eine als „wehrlos" bezeichnete zu machen, lässt sich nur aus grober Fahrlässigkeit erklären.

1) Eine Notiz über die Zeit des Kaufes, welche Lasègue in dem Berichte darüber (s. dessen Musée Delessert, 1845, p. 65, 66) unerwähnt gelassen hat, habe ich in dem handschriftlichen Acquisitionscataloge De Candolle's bei einer gleichzeitig von diesem gemachten Erwerbung für sein Herbar eingetragen gefunden.

De Candolle seinerseits nahm nun die Pflanze — und daraus kann ihm ein Vorwurf eigentlich nicht erwachsen — einfach für das, was die Hand Burman's im Widerstreite mit den Charakteren der Pflanze und seinen eigenen Angaben daraus gemacht hatte, unter Uebertragung derselben in die Gattung *Capparis*, wohin sie auch sicherlich gehört, und unter Eintragung des ihr darnach neu ertheilten Namens „*Capparis Volkameriae*" zur Rechten derselben mit eigener Hand, gleichwie auch auf einer der Pflanze im Herb. Delessert beiliegenden, sie darstellenden, von Node-véran gezeichneten, aber unedirt gebliebenen Tafel.

Besser wohl wäre es sicherlich gewesen, aus diesem Widerstreite Veranlassung zu näherer Prüfung der Sache zu entnehmen. Vielleicht hätte dieselbe, mit Rücksicht auf das, was Burman selbst über die Materialien zu seinem Prodromus Flor. capens. angibt, dazu geführt, gegen die Zugehörigkeit der Pflanze zur Flora des Caplandes und damit gegen ihre Eigenartigkeit innerhalb der Gattung *Capparis* Bedenken zu erheben, statt sie dieser Flora kurzweg als neue *Capparis*-Art zuzuweisen. Burman hebt nämlich in der Vorrede zu seiner Flora indica mit Rücksicht auf den als Anhang ihr beigegebenen Prodr. Fl. cap. am Schlusse hervor, dass die vorzugsweise von Oldenland herrührenden Materialien dazu nicht alle der Flora des Caplandes anzugehören, vielmehr theilweise aus von anderen Ländern dorthin gelangten Samen hervorgegangen zu sein scheinen.

Auf diese Weise mag denn auch die indische *Capparis horrida* L. f. unter diese Materialien sich eingeschlichen haben.

Sie kann aber auch, da das Herb. Burman, wie in der Vorrede der Flora indica auf zweiter Seite mitgetheilt ist, auch die Pflanzen von Hermann und Hartog enthielt, welche beide ebenso in Indien, wie am Cap gesammelt haben (s. Jo. Burman auf der vorletzten und am Ende

der vorhergehenden Seite der Vorrede zu dessen Thesaurus zeylanicus 1737, mit den Catalogen africanischer Pflanzen von Hermann und Hartog im Anhange), vielleicht aus dem indischen Theile dieser Sammlungen in den africanischen sich verloren haben. Eine Verbreitung der *Capparis horrida* L. f. von Indien bis zum Cap anzunehmen, wozu mich früher (Sitzungsb. 1884, p. 110) die Voraussetzung geneigt gemacht hat, dass wenigstens auf die Vaterlandsangabe für die *Capparis Volkameriae* DC. Verlass zu nehmen sein werde, ist dem Gesagten gemäss durch diese Angabe nicht mehr veranlasst.

Ich hoffe, dass durch das Vorausgehende nun auch für Herrn Vesque die *Capparis Volkameriae* DC. definitiv aus der Welt geschafft sein wird.

Damit aber dieselbe nicht nochmals durch irgend eine Hinterthüre zum Vorschein komme, scheint es mir nothwendig, auch auf das einzugehen, was Harvey und Sonder in der Flora capensis unter diesem Namen verstanden haben, und was, wie ich gleich im vorhinein bemerken will, sich wie die Pflanze von Vesque auch wieder als nichts anderes darstellt, denn als *Capparis Zeyheri* Turcz.

Es ist das eine blüthenlose Pflanze der Sammlung von Ecklon und Zeyher n. 108, welche Harvey und Sonder unter wörtlicher Wiederholung der Diagnose De Candolle's und des von diesem beigefügten Burman'schen Synonymes als einzige capensische Art der „*Seriales*" aufführen, bei welcher Einreihung in die Gruppe der *Seriales* sie ebenfalls, da sie ja Blüthen nicht gesehen haben, wie sie ausdrücklich angeben („flowers to us unknown"), lediglich De Candolle folgen, und zwar ohne etwa auf eine Autopsie der De Candolle'schen Pflanze sich zu stützen, wie aus eben dieser Angabe hervorgeht.

Nur eine kleine Veränderung haben Harvey und Sonder nach ihrem Materiale in die Diagnose De Can-

dolle's eingeführt, insoferne sie die Blätter als gelegentlich auch oberseits behaart bezeichnen. Eine andere Aenderung beruht offenbar nur auf einer Unachtsamkeit im Copiren. Sie drucken nämlich, anstatt wie De Candolle „pedicellis 2—3 seriatis" in gänzlich sinnverändernder Weise: „pedicels 2—3-seriate", schreiben also der Pflanze damit im Handumdrehen 2—3 Reihen von Blüthen zu, anstatt 2—3 Blüthen in einer Reihe.

Eine sehr zu bemerkende Abweichung gegenüber der von De Candolle entlehnten Diagnose findet sich aber in der nach dem eigenen Materiale beigefügten kurzen Beschreibung, indem Harvey und Sonder von den Blättern hier nicht mehr, wie in der Diagnose „with a hard mucro" sagen, sondern „tippid with a short, obtuse, callous point". Denselben Ausdruck „tipped with a hard point" gebrauchen sie für die Pflanze von Zeyher, n. 1915, das ist *C. Zeyheri* Turcz., ohne diesen Ausdruck hier etwa von Turczaninow entlehnt zu haben, welcher die Blätter lediglich als „obtuse acuminata" bezeichnet (Bull. Moscou, XXVII, 1854, p. 324).

Diese Uebereinstimmung in der Beschreibung und die weitere Uebereinstimmung in der Angabe „der Wälder von Krakakamma" als Fundort sowohl für Ecklon und Zeyher n. 108 wie für Zeyher n. 1915 erregte in mir die Vermuthung, dass auch die erstere Pflanze nichts anderes als *C. Zeyheri* sein dürfte. Da ferner Harvey und Sonder bei Ecklon und Zeyher n. 108 den Standort wörtlich so anführen, wie ich ihn bei der oben erwähnten als *C. Volkameriae* DC. bestimmt gewesenen n. 569 der englischen Ausgabe von Ecklon und Zeyher's Pflanzen im Münchener Herbare angeführt fand, nämlich „Krakakamma and Adow", da weiter die Exemplare der englischen Ausgabe, abgesehen von den beigesetzten Nummern, bekanntlich mit den von Ecklon und Zeyher selbst in ihrer Enum. Plant. Afr. austr. (1834 etc.) unter fortlaufenden Nummern edirten Pflanzen

correspondiren, und da endlich eine Beziehung jener n. 569 auf eine der anderen als Arten von *Capparis* unter n. 109 bis n. 112 von Ecklon und Zeyher aufgeführten Pflanzen sowohl nach den Literaturangaben als nach den betreffenden im Münchener Herbare vorhandenen Materialien ausgeschlossen ist, so erscheint der Schluss gerechtfertiget, dass die obige n. 569 aus englischer Quelle gleich sei der n. 108, welche nicht nur Harvey und Sonder, sondern früher schon Ecklon und Zeyher selbst auch in ihrer Enum. Plant. Afr. austr. Pars I. 1834, p. 14 als *Capparis Volkameriae* DC. bezeichnet haben, unter gleicher Standortsangabe. Diese mit n. 569 versehene, die n. 108 der Enum. vertretende Pflanze ist aber, wie ich schon oben hervorgehoben habe, dem anatomischen Befunde nach in der That ganz die gleiche Art, wie Zeyher n. 1915, das ist *C. Zeyheri* Turcz.

Die Pflanze des Münchner Herbares n. 569 besteht aus einem Zweige letzter Ordnung, welcher unbewehrt ist. Es entspricht das der Angabe von Turczaninow: Spinis ramorum brevibus uncinatis, ramulorum nullis", welche Angabe ich bei einem Exemplare von Zeyher n. 1915 im Hb. Boissier vollständig bestätiget gefunden habe, für welche aber Harvey und Sonder, nicht ebenso genau, bei *C. Zeyheri* (Zeyher n. 1915) bloss bemerken: „Stipules spiny, hooked". Wie bei der Pflanze des Münchener Herbares scheint sich die Sache auch bei der entsprechenden n. 108 von Ecklon und Zeyher zu verhalten, da Harvey und Sonder in ihrer Beschreibung dieser Pflanze stechende Organe nicht erwähnen.[1])

Harvey und Sonder sind wohl zweifellos nur in Folge der Bestimmung dieser Pflanze als „*C. Volkameriae* DC." durch Ecklon und Zeyher selbst dazu gekommen, sie als

1) Ich habe mich bemüht, von der in Rede stehenden n. 108 der Sammlung von Ecklon und Zeyher selbst auch Einsicht zu gewinnen, bisher aber leider vergebens. Sie scheint nur an wenige Abnehmer dieser Sammlung gelangt zu sein.

C. Volkameriae DC. auch aufzuführen, während sich in ihr vielmehr nur eine *C. Volkameriae*, non DC., Ecklon et Zeyher darstellt, gleichwerthig somit der schon von Turczaninow als Synonym seiner *C. Zeyheri* angeführten *C. Volkameriae*, non DC., Drege coll. (s. ob. p. 369).

Die *Capparis Volkameriae* in Harvey et Sonder Fl. cap. ist also theilweise Synonym zu *C. horrida* L. f., theilweise zu *C. Zeyheri* Turcz., das erstere nämlich quoad diagnosin, das letztere quoad stirp. cit. coll. Ecklon et Zeyher n. 108.

Damit hoffe ich nun auch jede Hinterthüre für ein Wiedererscheinen der *C. Volkameriae* DC. verschlossen zu haben.

II.

Was die zweite Bemerkung von Vesque betrifft, so bezieht sich dieselbe bloss auf die Wahl eines anderen Namens für eine von Vellozo unter der Bezeichnung *Capparis flexuosa* im Jahre 1825 aufgestellte südamericanische Art, welche Bezeichnung meiner Anregung entsprechend (sieh diese Sitzungsberichte 1884, p. 130, Anmerkung) von Vesque nun durch den Steudel'schen Namen *Capparis Arrabidae* ersetzt wird, um, wie schon die Absicht von Steudel war, einer Collision mit der gleich alten *C. flexuosa* Bl. 1825, auszuweichen, während die noch ältere *C. flexuosa* L. 1762, wie ich an dem angeführten Orte schon erwähnt habe, bereits im Jahre 1791 durch Swartz in die Synonymie von *C. cynophallophora* L. verwiesen worden ist. Ob *C. Arrabidae* eine selbständige Art sei, oder, wie ich schon früher erwähnt habe, einer in der Flor. bras. ausgesprochenen Wahrscheinlichkeit gemäss zu *C. elegans* Mart. gehöre, bleibt dahin gestellt.

Ich habe seiner Zeit bei Besprechung dieser Verhältnisse (a. a. O.) angenommen, dass sowohl Vellozo wie

Blume von der eben erwähnten Einziehung der Linné-schen *C. flexuosa* durch Swartz Kenntniss gehabt haben werden, als sie je eine neue Art unter diesem Namen aufstellten. An Stelle dieser Annahme möchte ich aber jetzt die andere setzen, dass es noch wahrscheinlicher sei, Vellozo habe dabei ohne solche Kenntniss und desshalb ohne Bedachtnahme auf eine allenfallsige Collision des von ihm gewählten Namens mit schon bestehenden gehandelt. Es scheint mir das nämlich daraus hervorzugehen, dass er auch von der Aufstellung einer Gattung *Labatia* durch Swartz, 1788, zu Ehren des Dominicaners Labat, des Herausgebers „einer Reise nach den französischen Inseln Americas, 1724" eine Kenntniss wohl nicht gehabt hat, da er selbst auch dem gleichen Pater Labat zu Ehren, wie er in seinem Manuscripte (1790) ausdrücklich angegeben (s. d. Text d. Fl. Flum. zu Vol. I, Tab. 125), eine Gattung *Labatia* aufgestellt hat mit der Art *Labatia conica*. Diese Pflanze gehört zu den bisher fast ganz vernachlässigten der Publicationen von Vellozo. Sie ist im Index method. der Fl. Flumin. unter den „Plantae penitus dubiae" aufgeführt und in der Flor. bras. VII als von der Sapotaceengattung *Labatia* auszuschliessende Pflanze nicht erwähnt.

Es mag deshalb nicht unangemessen sein, hier nochmal wie schon in diesen Sitzungsb. 1884, p. 406 annot., hervorzuheben, dass dieselbe so gut wie zweifellos eine Art der Gattung *Ilex* darstellt, *Ilex conica* m. (l. c.), bezüglich deren aber erst noch näher zu bestimmen bleibt, welche Stellung sie zu den anderen aus Südamerica bereits veröffentlichten *Ilex*-Arten einzunehmen hat (s. a. a. O.).

III.

In der dritten Bemerkung bestätiget Vesque die in diesen Sitzungsberichten, 1884, p. 136, 137 von mir ausgesprochene Ansicht, dass die von ihm unter dem Namen

Capparis anceps Shuttlew. ihren anatomischen Verhältnissen nach in Ann. sc. nat. 1882, p. 116, 117 beschriebene Pflanze aus Florida, wie ich aus seinen Angaben erschlossen hatte, nichts anderes sei als *Capparis jamaicensis* Jacq.

Es wird damit die Einstellung jenes Namens in die Synonymie der *C. jamaicensis* Jacq., wie ich sie auf p. 176 der Sitzungsberichte, 1884, vorgenommen habe, als richtig bekräftiget.

Ich füge dem bei, dass diese Pflanze nach der Zeichnung des Blattes bei Vesque (Eph., Tab. 66) wie die schon früher damit von mir in Vergleich gestellte Pflanze aus Florida von Curtiss n. 204 zu der Forma *emarginata* gehört und dass nach brieflicher Mittheilung des Herrn Vesque die Etiquette der in Rede stehenden Pflanze den Namen *C. anceps* Shuttlew. gedruckt enthält, so dass dieser Name nach den De Candolle'schen Nomenclatur-Regeln schon als an und für sich und nicht erst durch Vesque publicirt anzusehen ist. Eine Verschiebung in der chronologischen Reihenfolge der Synonyme dürfte der Name übrigens kaum zu erfahren haben, da er wohl, wie der von dem gleichen Autor herrührende Name *Sapindus Manatensis* (s. Radlkofer über Sapindus etc., Sitzungsberichte 1878, p. 318, n. 35) für eine unter n. 115 mit gedruckter Etiquette verbreitete, von Rugel im Jahre 1845 auf Florida gesammelte, mir aus dem Herbarium Boissier vor Augen liegende Pflanze nicht vor dem Jahre 1845 in Gebrauch genommen sein wird.

Capparis anceps Sh. wäre somit durch Vesque's nachträgliche ausdrückliche Billigung für die von mir bewerkstelligte Uebertragung derselben zu *C. jamaicensis* Jacq. erlediget.

Nicht ebenso aber *C. jamaicensis* selbst, mit Rücksicht auf das von Vesque a. a. O., 1882, p. 118, 119 über diese Art nach einer Pflanze aus den Antillen Mitgetheilte, worüber Vesque in seiner oben (p. 367) wiedergegebenen Bemerkung

hinweggeht, gleichwie er auch auf den beigegebenen Tafeln diese Pflanze übergeht, indem er als *C. jamaicensis* unter n. 70 der Tafel 66 und 67 nur die früher als *C. anceps* Sh. bezeichnete Pflanze aus Florida, wie auf der Tafel bemerkt ist, berücksichtiget. Und doch bedarf die nun in Rede stehende Pflanze sehr einer erneuten kritischen Betrachtung, da sie nach der früheren Angabe von Vesque, wie ich seiner Zeit hervorgehoben habe, durch eine krystallfreie Epidermis sich auszeichnet.

Ich bin in der angenehmen Lage, diese Lücke in der neuen Publication Vesque's ausfüllen zu können. Ich habe von Herrn Vesque schon im Juni 1884 auf briefliche Anfrage die Mittheilung erhalten, dass die betreffende Pflanze von Plée auf Martinique gesammelt worden sei, und dieser Mittheilung war eine Umrisszeichnung des untersuchten Blattes und die untere Hälfte desselben selbst beigefügt, sowie eine Zeichnung der oberen Epidermis, mit den angeblichen „Narben einreihiger (?) Haare", in welchen ich seiner Zeit (Sitzungsberichte 1884, p. 140), wie in den ebenso für *C. odoratissima* und *C. anceps* von Vesque angegebenen Haarnarben, die Enden der diesen Pflanzen zukommenden Spicularzellen vermuthen zu müssen glaubte.

Das übersendete Blatt zeigte in der That eigenthümliche Verhältnisse bezüglich der Krystalle und es lag mir nun sehr daran, auch Blüthentheile der betreffenden Pflanze zu erhalten. Herr Poisson, an den ich mich darum wandte, hatte die Güte mir im November desselben Jahres (1884) Blüthenknospen und weitere Blattfragmente derselben Pflanze zu übersenden.

Darnach liess sich nun (besonders durch den Nachweis des gestreckten, kahlen Gynophorums) leicht feststellen, dass die Pflanze wirklich, wie ich schon früher (Sitzungsberichte p. 139) für möglich erachtet hatte, zu *C. jamaicensis* Jacq. gehöre. Sie stellt aber nicht, wie *C. anceps* Sh. die Forma

1. *emarginata* dar, sondern die von mir (Sitzungsberichte 1884, p. 176) als Forma 5. *sublanceolata* bezeichnete Spielart mit beiderseits spitzigen Blättern, ganz so wie die als Typus dieser Form betrachtete aus Trinidad stammende *C. intermedia*, von Kunth, Sieb. coll. n. 97.

Die übersendeten Fragmente zeigten, wie in der Beschaffenheit der Blüthenknospen, so auch in dem anatomischen Verhalten des Blattes, abgesehen von einem am Schlusse zu berührenden Punkte (eigenthümlichen Begleitzellen der Gefässbündel) und abgesehen von den Krystallen, von welchen gleich weiter die Rede sein soll, ganz die für *C. jamaicensis* als normal zu bezeichnenden Verhältnisse, und zumal blieb unter Rücksichtnahme auf die von Vesque gütigst mitgetheilte Zeichnung der oberen Epidermis kein Zweifel darüber, dass meine schon erwähnte Deutung der angeblichen Haarnarben als Endigungen von Spicularzellen richtig gewesen sei.

Die Epidermis erwies sich übrigens, sowohl die obere als die untere, auffallender Weise in der That, wie Vesque angegeben hatte, auf den ersten Blick als krystallfrei, und erst, als das polarisirte Licht zu Hülfe genommen wurde, liess sich da oder dort ein kleiner Gypskrystall (sieh über die Natur dieser Krystalle meine frühere Mittheilung, Sitzungsberichte 1884, p. 139) in einzelnen Epidermiszellen nachweisen. Und diess sowohl bei dem Blattfragmente, welches Herr Vesque, als bei dem, welches Herr Poisson übersendet hatte, so dass die Annahme ausgeschlossen war, es habe etwa das erstere durch Einbringen in Wasser bei der Untersuchung durch Vesque eine dieses Verhalten erklärende Veränderung durch Auslaugen erfahren, wie etwa in Wasser oder wässerigem Glycerin liegende Präparate sie erleiden, worauf ich schon früher aufmerksam gemacht habe (l. c. 1884, p. 139). Im Uebrigen war mir schon aus meiner erstmaligen Untersuchung bekannt, dass der Reichthum der Epidermis an Gypskrystallen Schwankungen zeigt und bei

erneuter vergleichender Untersuchung ergab sich namentlich für die Pflanze von Sieber n. 97, für welche mir ein spärlicheres Vorkommen von Krystallen schon früher aufgefallen war, dass ihr Verhalten dem der Pflanze von Plée sich mehr als dem der Exemplare anderer Formen, wie Curtiss n. 204 etc., nähert. Darnach stellt der Befund bei der Pflanze von Plée nur ein extremes Verhältniss, nämlich Seltenheit und Kleinheit der Krystalle dar, während andere Pflanzen, z. B. Curtiss n. 204, das andere Extrem, Häufigkeit und Grösse der Krystalle zeigen, welch letzterem Extreme das Verhalten sich allerdings in der Regel zu nähern scheint. Es ist somit das Vorkommen oder Fehlen von Gypskrystallen in der Epidermis der Capparis-Arten nicht als ein Charactersticum von so hohem Werthe zu bezeichnen, als man bisher anzunehmen geneigt war.

Ich werde Gelegenheit haben, unter V hierauf zurückzukommen und zu zeigen, dass zwar das Vorkommen von Gyps in den Epidermiszellen, nicht aber dessen Auftreten in Krystallform das Characteristische sei.

Hervorzuheben ist weiter, dass die Epidermis der unteren Blattseite in gleicher Weise, wie ich es für *C. jamaicensis* a. a. O. (Sitzungsberichte, 1884, p. 136) des Näheren beschrieben habe, auch bei der in Rede stehenden Pflanze von Plée wellig gestreift ist. Wenn Vesque in seiner ersten Arbeit für diese Pflanze (l. c. 1882, n. 74), wie bei der gleichfalls zu *C. jamaicensis* gehörigen *C. anceps* Sh. (n. 71) angibt: „Épidermes rectilignes à cuticule lisse“ (oder im ersteren Falle „Epiderme rectiligne à cuticule lisse“), so gilt das somit nur von der oberen Epidermis; rücksichtlich der unteren aber stimmt die Angabe nicht mit dem Sachverhalte überein, wie ich schon früher hervorgehoben habe (1884, p. 136) und worauf ich jetzt mehr Gewicht als damals zu legen mich veranlasst sehe. Die untere

Epidermis scheint von Vesque überhaupt nicht näher untersucht worden zu sein, und ist auch auf Tafel 66, 67 der neuen Publication für *C. jamaicensis* Jacq. (*C. anceps* Sh.) eine Darstellung derselben nicht gegeben. Ebensowenig auf Taf. 61 der neuen Publication für die ganz ähnlich sich verhaltende *C. odoratissima* Jacq., für welche Vesque früher (1882, n. 64) ebenfalls im Widerspruche mit dem Sachverhalte angegeben hat: „Épidermes rectilignes à cuticule lisse". Die mit dieser Angabe stark contrastirende wellige Streifung oder vielmehr Wulstung der Epidermis stellt sich jetzt für die ganze Gruppe der zur Section „*Quadrella*" gehörigen Arten als viel wichtiger dar, als das Vorkommen von Krystallen in den Epidermiszellen. Ich werde Gelegenheit haben auch hierauf unter V zurückzukommen und von dem Werthe dieses Verhältnisses Gebrauch zu machen.

Von der eben stattgehabten Erwähnung der *C. odoratissima* Jacq. nehme ich Veranlassung, bezüglich des schon früher (Sitzungsb. 1884, p. 148) für dieselbe nach Humboldt, Bonpland und Kunth (Nov. Gen. etc. V, 1821, Ed. in 4° p. 98) angeführten Volgärnamens „Olivo" zu bemerken, dass derselbe im Herb. Monacense auch bei einer von Bertero auf S. Domingo gesammelten, wahrscheinlich zu *Simaba* gehörigen Pflanze sich findet, und dass nach Aiton Hort. Kew., Ed. I, II (1789) p. 365, 366 auf Barbados *Bontia daphnoides* L. „Barbadoes Wilde Olive" genannt wird, welche Pflanze auch von Plukenet, Almagest. p. 269, tab. 209, fig. 2, als *Olea sylvestris barbadensis* etc. aufgeführt wird, wie unter ähnlichen Namen auch noch Pflanzen aus anderen Ländern. Was weiter den früher nach der handschriftlichen Mittheilung von Bonpland im Herb. Willd. n. 10062 von mir (a. a. O. p. 149) erwähnten Vulgärnamen „Olivo crioyo" für *Capparis Breynia* Jacq. be-

trifft, so ist in demselben, wie mir von befreundeter Seite — von Herrn S. Ernsthal, welcher viele Jahre im spanischen America zugebracht hat — mitgetheilt wird, „crioyo“ eine aus der Aehnlichkeit der Aussprache entstandene ungenaue Schreibweise für criollo, (ähnlich wie poyo, statt pollo, Huhn). Criollo aber bedeutet soviel als „creolisch, in America erzeugt“ und ist auch von Pflanzen üblich (sieh Seckendorff spanisches Lexikon I, 1823, p. 529). Olivo crioyo oder besser Olivo criollo ist demnach zu übersetzen durch „americanischer Oelbaum“.

Was ich nun zum Schlusse, wie schon oben (p. 384) angeführt, noch kurz in Betrachtung ziehen möchte, ist ein anatomisches Verhältniss des Blattes, welches bei der Pflanze von Plée besonders deutlich hervortrat. Es zeigen sich hier in der Begleitung der feineren Gefässbündel Zellen mit eigenthümlichem gelblichem Inhalte, anscheinend den von Blenk (Flora 1884, p. 103, Sep.-Abdr. p. 17) bei den *Cleomeen* beobachteten eigenthümlichen Belegzellen oder Begleitzellen der Gefässbündel entsprechend, in welchen selbst wohl wieder etwas den „Eiweissschläuchen“ E. Heinricher's (s. Mittheilungen des Bot. Institutes zu Graz, Bd. I, 1886) Analoges zu sehen ist, obwohl Heinricher diese gerade für die *Cleomeen* nicht, wohl aber für die *Cappareen* angibt. Ob dieselben zugleich den von Vesque (Ann. 1882, p. 54) nur nebenbei erwähnten „cellules à gomme“ entsprechen, welche wie derselbe meint, „eine Verwandtschaft der *Capparideen* mit den *Malvales (Ropalocarpus)*[1]) andeuten“, lasse ich dahin gestellt.

Wie bei der Pflanze von Plée fanden sie sich auch bei anderen Exemplaren der *C. jamaicensis* (von Sieber,

1) Bentham und Hooker bringen bekanntlich diese Gattung von Boyer fragweise zu den *Tiliaceen*, während Baillon sie „als Typus einer zweifelhaften Abtheilung der *Capparideen*“ betrachtet (Hist. d. Pl. III, 1872, p. 165), in welcher sie zur Zeit allein steht.

Wullschlaegel, Swartz), nur dass ihr Inhalt hier blässer war. Der Inhalt färbt sich mit wässeriger Jodlösung intensiver gelb, löst sich weder in Wasser noch in Alkohol, quillt in concentrirter Schwefelsäure unter Blässerwerden auf, schrumpft bei nachfolgendem Auswaschen mit Wasser wieder zusammen, und färbt sich mit Jod nun wieder tief gelbbraun; er zeigt weder vor noch nach der Einwirkung von Schwefelsäure bei Anwendung von Eisensalzen (Eisenalaun) eine Gerbstoffreaction.

Wie weit diese Zellen verbreitet sind, welches ihre Bedeutung ist und in welchem Maasse dieselben bei den betreffenden Pflanzen etwas Characteristisches darstellen, ist erst noch näher zu untersuchen. Vor der Hand mag es genügen, wie in Kürze schon früher (s. diese Sitzungsb. 1886, p. 301), so nun etwas eingehender auf dieselben hingewiesen zu haben.

Die Zeichnungen von Vesque (Epharmosis I) lassen solche Zellen für *Thylachium* (n. 4, Tafel 2), für *Capparis odoratissima* (Tafel 61), *Capp. angustifolia* (Tafel 63) und *Crataeva Nurvala* (Tafel 74) vermuthen, sowie nach Ann. sc. nat., 1882, Tafel 1 für *Capp. incanescens*. Bei *Capp. Zeyheri* scheinen sie mir ebenfalls vorhanden zu sein. Andere *Capparis*-Arten mit analogen Vorkommnissen habe ich schon früher (s. diese Sitzungsb. 1884, p. 117) namhaft gemacht (*C. flexuosa* Bl. etc.).

In ähnlicher Form, wie sie Blenk für *Gynandropsis pentaphylla* beschrieben hat, finden sich, wie ich in meinen Mittheilungen „über Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern" in diesen Sitzungsberichten 1886, p. 304—5 angeführt habe, solche Beleg- oder Begleitzellen, und zwar mit gerbstoffartigem Inhalte, auch bei Pflanzen aus anderen Familien: *Kallströmia maxima*, *Euphorbia pilulifera*, *Portulacca oleracea*.

IV.

Was die von Vesque in seiner früheren Arbeit (a. a. O. 1882) unter den „Species incertae sedis", p. 120, n. 78, als „*Capparis oxysepala?*" aufgeführte Pflanze mit der Bemerkung „Nicaragua, Wright" betrifft, so zeigen die jetzt auf Tafel 70, n. 76 veröffentlichten Zeichnungen sicherlich, wie Vesque in der oben wiedergegebenen Bemerkung n. 4 hervorgehoben hat, dass diese Pflanze nicht etwa zu der gleichfalls von Wright in Nicaragua gesammelten *Capparis Breynia* Jacq. gehöre, wie ich früher fragweise als möglich annehmen durfte (Sitzungsberichte 1884, p. 173 und 181), in Rücksicht nämlich auf das von Vesque dafür angegebene Vorkommen von Schülferchen: „Poils en écusson, à cellules rayonnantes, nombreuses, formant un disque à bord entier, abondants partout".

Schülferchen besitzt eben die *C. oxysepala* Wr., welche ich im Originale des Herb. Grisebach gesehen habe, nicht.

Vesque gibt sich nun der Meinung hin, dass die von ihm untersuchte Pflanze eine neue Art sei, für welche er sich aber einer Namengebung enthalten zu sollen glaubt, bis die organologischen Charactere der Pflanze studirt sind.

Es ist aber noch ein Drittes möglich und nach den jetzigen Darlegungen Vesque's wahrscheinlich, nämlich, dass Vesque zwar die ächte *C. oxysepala* Wr., vor sich gehabt habe,[1]) dass er damit aber die Schülferchen einer anderen Pflanze, vielleicht nach einem zufällig bei der Pflanze Wright's gelegenen Blatte in Verbindung gebracht habe.

Das Erstere, dass Vesque wirklich die ächte

1) Die Mittheilung eines Blattfragmentes, welches zweifellos Gewissheit hierüber gegeben haben würde, war Herrn Vesque, wie er mir schreibt, wegen der Armseligkeit des betreffenden Exemplares leider nicht möglich.

C. oxysepala Wr. vor sich gehabt habe, folgere ich daraus, dass seine Zeichnungen, abgesehen von den Schülferchen, sehr wohl die Verhältnisse des Blattes von *C. oxysepala* darstellen. Weiter gibt Vesque brieflich nun auch die Nummer 2 als Collectionsnummer und das Herb. of the U. S. North Pacif. Exploring Expedition als die Quelle, aus welcher die Pariser Pflanze stammt, an, was mit den von mir dem Herb. Grisebach entnommenen Angaben (sieh Sitzungsberichte, 1884, p. 172, Anmerkung) vollständig übereinstimmt. Endlich hebt derselbe gleichzeitig hervor, „dass die Kelchblätter sehr scharf zugespitzt sind", was bei dem Originale sich ebenso verhält. Schade, dass Herr Vesque die organologischen Charactere nicht gleich noch weiter studirt und mit dem, was ich darüber mitgetheilt habe (Sitzungsb. 1884, p. 172 Anmerk.), in Vergleich gezogen hat.

Was den zweiten Theil meiner jetzigen Annahme betrifft, dass Vesque aus Versehen die Schülferchen von einer anderen Pflanze für solche der *C. oxysepala* gehalten, beschrieben und abgebildet habe, so folgere ich das aus folgenden 3 Umständen:

Erstens daraus, dass bei *C. oxysepala* auch an dem jungen Blatte Schülferchen eben nicht zu finden sind.

Zweitens aus der Angabe „abondants partout" im Zusammenhange mit dem Umstande, dass Angaben über den Blattstiel, wie sie bei anderen Arten sich finden, hier fehlen. Darnach lässt sich das „partout" nur auf die beiden Blattseiten beziehen. „Ein reichliches Vorkommen von Schülferchen auf beiden Blattseiten" aber ist bisher von keiner *Capparis*-Art bekannt, vielmehr nur ein Auftreten an der unteren Blattseite, und auch dieses bisher nur bei den Arten der Sectionen *Quadrella* und *Breyniastrum* (nach dem schon früher bestimmten Umfange derselben, s. Sitzungsb. 1884, p. 174 etc.), denn das, was Vesque (l. c. 1882) für die nun ausserhalb dieser Section stehende *C. angustifolia*

Kunth, aus der Section oder Untergattung *Colicodendron* Mart. und Eichl. (in Fl. bras. XIII, 1, 1865, p. 273) als Schülferchen („poils en écusson") bezeichnet hat, sind seiner eigenen, nun veröffentlichten Zeichnung nach (Epharm. tab. 62, 63, n. 65) nur Sternhaare mit auch nach oben gerichteten Strahlen[1]).

Drittens endlich aus der näheren Bezeichnung dieser Schülferchen durch die Worte: „Pili fusci; centrum pilorum obscurum, in icone neglectum" auf Tafel 70. Das passt wieder nicht auf die Schülferchen einer *Capparis*-Art. Zugleich schliesst das die Annahme aus, dass in diesen Schülferchen etwa die Anfänge einer epiphyllen Lichene zu suchen sein möchten, welche überdiess in der Regel auch nur auf einer Blattseite, und zwar auf der oberen aufzutreten pflegen.

Soll ich mit Rücksicht auf die angegebene Farbe der Schülferchen, welche wohl auf den Inhalt ihrer Zellen zu beziehen sein dürfte, eine Vermuthung darüber aussprechen, welcher Pflanze dieselben angehören mögen, wobei sich mir

---

1) Bei gewissen *Cappareen* kommen nach den Zeichnungen von Vesque die Sternhaare den characteristischen Doppelschülferchen, wie sie nach meinen früheren Mittheilungen (Sitzungsberichte 1884, p. 166 nebst Anmerkung) und den daran sich anschliessenden Untersuchungen von O. Bachmann (über die systematische Bedeutung der Schildhaare, Flora 1886, p. 429 — Sep.-Abdr. p. 29) den *Capparis*-Sectionen *Quadrella* und *Breyniastrum*, sowie der Gattung *Atamisquea* eigen sind, dadurch nahe und bilden (wie bei *C. Breynia*) dadurch gleichsam Uebergänge zu denselben, dass über den langen, ausgebreiteten Strahlen eine obere Zellenlage in Form sehr kurzer, nur papillenartig erscheinender Strahlen auftritt. So bei *Steriphoma paradoxum* Endl. (Tafel 4) und *peruvianum* Benth. (Tafel 5); ferner bei *Cadaba heterotricha* (Tafel 19).

Zu den *Cappareen* mit Doppelschülferchen ist hier nach einer inzwischen von mir gemachten Beobachtung noch *Morisonia americana* L. und *Imrayi* Griseb. hinzuzufügen.

die von meinem Schüler, Herrn Dr. Bachmann ausgeführte vergleichende Untersuchung über den Bau der Schildhaare (s. d. Citat in der vorausgehenden Anmerkung) als willkommener Führer darbietet, so möchte ich die Vermuthung zunächst auf eine *Bignoniacee* (*Crescentiee)* lenken, in zweiter Linie etwa auch auf eine Pflanze aus der Familie der *Myrsineen*, bei welchen aber die Schülferchen nur spärlich auftreten, nur bei gewissen Pflanzen ganzrandig sind und durch tangentiale, von Vesque nicht angedeutete Fachwände in den Strahlen sich auszeichnen.

Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit wieder zu betonen, was ich schon in meiner ersten Mittheilung über einige *Capparis*-Arten und was ich kurz vorher auch in meiner Rede über die anatomische Methode betont habe, dass die anatomische Methode durch die Genauigkeit, welche sie voraussetzt, eine Garantie bilden soll gegen Vermengungen, wie sie die systematische Botanik leider in so grosser Zahl aufweist, und dass sie die Irrthümer der früheren Methoden bereinigen, nicht aber neue Irrthümer und Vermengungen schaffen soll.

Freilich wird auch sie, wie ich dort gleichfalls hervorgehoben habe, ihre Kinderkrankheiten zu bestehen, ihre Erfahrungen zu machen haben, und namentlich wird es ihr nicht erspart bleiben, die Werthung ihrer Resultate bei erneuter Prüfung ändern und bald einschränken, bald erweitern zu müssen.

Einen solchen Fall haben uns bereits die Erörterungen über *C. jamaicensis* unter III kennen gelehrt, nämlich eine Herabstimmung der früheren Meinung von dem Werthe des Auftretens von (Gyps-) Krystallen in der Epidermis. Die im Folgenden zu betrachtende Pflanze schliesst sich hierin der *C. jamaicensis* an und führt uns weiter rücksichtlich eines anderen Momentes — der Sculptur der Cuticula nämlich — den entgegengesetzten Fall einer Nöthigung zur Erhöhung der früheren Werthung vor Augen.

V.

Die von Vesque auf Taf. 71, n. 79 für die früher (Ann. etc., 1882, p. 53) nur dem Namen nach erwähnte und lediglich bezüglich des Vorkommens von Schülferchen genannte, nicht aber, wie sich Vesque in der obigen Bemerkung ausdrückt, „beschriebene" *C. salicifolia* Hort. Paris. gegebenen Figuren lassen mir die betreffende Pflanze, deren Mittheilung Herrn Vesque, wie er mir schreibt, leider durch den Umstand unmöglich gemacht wurde, dass die Pflanze im Pariser Garten ihren Platz gewechselt zu haben scheint und desshalb nicht aufgefunden werden konnte, als sehr ähnlich der *C. neriifolia* erscheinen, welche ich nach einer im Münchener Garten cultivirten Pflanze unbekannter Herkunft aufgestellt und characterisirt habe (Sitzungsberichte 1884, p. 169, 180).

Namentlich die Art der welligen (erhabenen) Streifung oder Wulstung der Cuticula an der unteren Blattseite, das meiner Angabe (a. a. O. p. 170) entsprechende selbständigere Hervortreten der Strahlenzellen an der die Verdoppelung der Schülferchen mit gelbem Mittelfelde bildenden oberen Zellenlage — der „squamula accessoria aurantiaca", wie Vesque sie auf Tafel 71 bezeichnet hat, — und das Fehlen einer Andeutung von Spicularzellen in der Querschnittszeichnung sind Momente, welche die erwähnte Aehnlichkeit bedingen. Auch die daneben skizzirte Gestalt und Nervatur des Blattes lässt sich an kleineren und besonders schmalen Blättern der *C. neriifolia* finden, wenn auch deren Blätter im Allgemeinen in der Mitte deutlich verbreitert sind, deren grössere abgesehen von dem 10—12 mm messenden Stiele, 14 cm und darüber Länge besitzen, bei 16—20 mm Querdurchmesser in der Mitte und bei nahezu gleichmässiger Verschmälerung nach unten wie nach oben.

Nur die krystallführende Epidermis schien die Pariser Pflanze von der Münchener zu unterscheiden.

Als ich jedoch mit Rücksicht auf das, was ich nach dem unter III Berichteten an *C. jamaicensis* über Schwankungen im Krystallgehalte der Epidermis kennen gelernt hatte, die Münchener Pflanze erneuter Prüfung unterwarf, und zwar zunächst die Blätter der am Ende des Jahres 1883 von mir eingelegten Zweige, zeigten sich im Gegensatze zu der früheren Beobachtung an den im frischen Zustande untersuchten und krystallfrei befundenen Blättern (anderer Zweige) in der Epidermis jetzt deutliche Krystalle, wenn auch von geringer Grösse und wenn auch nicht in allen Zellen.

Dieselben waren an trocken gefertigten, in Alkohol untersuchten Schnitten zur Wahrnehmung gekommen.

Sie stellten zum Theile rhomboidische Plättchen dar. Im polarisirten Lichte erwiesen sie sich schwach doppelt brechend. Nach Gestalt und Lichtbrechung ergab sich die Vermuthung, dass diese Krystalle nicht wie z. B. die der Epidermis von *C. subcordata* (s. Sitzungsberichte 1884, p. 93, Anmerk.) oder die im Blattinneren anderer *Capparis*-Arten (der *C. pubiflora*, *olacifolia*, *multiflora*, *Zeyheri* — sieh a. a. O. p. 105 Anmerkung und oben unter I) aus oxalsaurem Kalke, sondern wie die der nächst verwandten *Capparis*-Arten (*C. jamaicensis* etc. — sieh Sitzungsberichte 1884, p. 139) aus Gyps bestehen. Das bestätigte sich bei der darauf gerichteten Untersuchung: Die Krystalle lösen sich in Wasser und lassen ihrer Gestalt entsprechende Lücken in dem aus eingetrocknetem, mit Jod sich gelb färbendem Plasma bestehenden Zellinhalte zurück, in welchem sie eingebettet liegen. Lässt man zu einem trocken gefertigten Schnitte statt eines anderen Mediums eine wässerige Lösung von oxalsaurem Ammoniak zufliessen, so verändern sich die Krystalle, indem sie sich mit einem körnigen Niederschlage — oxalsaurem Kalke — bedecken und da und dort auch ganz

in einen solchen sich umwandeln. Fügt man dem so veränderten Präparate nach Hinwegnahme der Flüssigkeit und nunmehr erfolgtem Eintrocknen verdünnte Schwefelsäure zu, so schiessen zarte nadelförmige Krystalle, wie sie der Gyps gerne bildet, an, welche wegen ihrer Zartheit im polarisirten Lichte keine Doppelbrechung zeigen und welche da, wo die Einwirkung in entsprechender Weise erfolgt ist, für jede Zelle in eine gesonderte, büschelig oder kugelig strahlige Gruppe geordnet sind. Wie in oxalsaurem Ammoniak bedecken sich die Krystalle auch in Chlorbaryum mit einem Niederschlage und verlieren bei längerer Einwirkung allmälig ihre Doppelbrechung und Löslichkeit, so dass nun ihre Masse, und zwar nicht selten ohne auffallende Aenderung der Umrisse, in schwefelsauren Baryt umgewandelt erscheint.

Nach diesem Befunde ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Münchener und die Pariser Pflanze, welche hier in Rede stehen, beide zu einer und derselben Art gehören, und es lässt sich sogar die Frage stellen, ob nicht vielleicht die Pflanze des Münchener Gartens geradezu ein Abkömmling der Pariser Pflanze sei, von dem einen Garten an den anderen mitgetheilt.

Die Verschiedenheit des früheren und des jetzigen Befundes rücksichtlich des Krystallgehaltes der Epidermis veranlasste mich natürlich, auch die lebende Pflanze auf's Neue zu untersuchen.

Ich fand, wie früher, die Epidermiszellen der wegen ihrer günstigeren glatten Oberfläche allein bei dieser weiteren Untersuchung benützten Blattoberseite krystallfrei, in manchen edoch einen rundlichen, glänzenden, öltropfenartigen Körper, welcher keine Doppelbrechung zeigte und nach einiger Zeit an den in wässerigem Glycerin liegenden Präparaten verschwunden war.

Um zu eruiren, ob diese Körper in irgend einer Beziehung zu den am trockenen Materiale beobachteten Gyps-

krystallen stehen, und ob die letzteren etwa aus ihnen hervorgehen, wurde das untersuchte Blatt zwischen Papier getrocknet und nun (nach einigen Tagen) auf das Verhandensein von Krystallen geprüft. Krystalle liessen sich auch jetzt in demselben, selbst unter Zuhilfenahme des polarisirten Lichtes, nicht auffinden. Wohl aber zeigten sich an trocken gefertigten Schnitten bei Untersuchung in Alkohol jene kugeligen Körper wieder, wie früher einfach brechend, übrigens anscheinend etwas vergrössert. Bei Untersuchung in Wasser verschwanden dieselben alsbald, und konnte ihre allmälige, von aussen nach innen fortschreitende, ohne Quellung und bei Anwendung von wässeriger Jodlösung ohne Färbung stattfindende Lösung leicht Schritt für Schritt verfolgt werden. Der Gedanke, dass diese Körper gleichsam einen Ersatz für die bei dem früher (1883) getrockneten Materiale gefundenen Krystalle bilden möchten, dass sie ebenfalls, wenn auch vielleicht nur zum Theile aus Gyps bestehen möchten, welcher hier nur durch irgend welche Umstände gehindert worden war, Krystallgehalt anzunehmen, veranlasste deren Untersuchung unter succesiver Einwirkung von oxalsaurem Ammoniak und verdünnter Schwefelsäure, wie sie vorhin schon für die Krystalle berichtet worden ist. Das Resultat war ein der Erwartung entsprechendes. Die kugeligen Körper bedeckten sich im oxalsauren Ammoniak mit einer schaligen Incrustation unter Verschwinden ihrer inneren Masse und wandelten sich so in hohlkugelige, blasige Gebilde um, an deren Stelle beim Einwirken der Schwefelsäure büschelig oder kugelig strahlige Gruppen zarter Gypsnadeln traten, in derselben Weise wie oben für die ebenso behandelten Krystalle beschrieben worden ist. Bei Zusatz von Chlorbaryum zu trockenen Schnitten fand zuerst Lösung der kugeligen Körper, dann Abscheidung von Gruppen stängeliger, in Wasser unlöslicher Krystalle (von schwefelsaurem Baryt) in den betreffenden Zellen statt.

Damit waren die Widersprüche zwischen der früheren und der erneuten Untersuchung gelöst.

Es zeigte sich, dass die Blattepidermis der in Rede stehenden Pflanze in ihrem Zellinhalte stets eine beträchtliche Menge von Gyps berge, dass dieser Gypsgehalt aber keineswegs, und auch nicht bei dem Trocknen des Blattes die Bildung von Krystallen veranlassen müsse, sondern auch zu einer Absonderung in amorphem oder kryptokrystallinischem Zustande führen könne.[1])

Darnach bedarf, wie ich schon unter III (p. 385) angeführt habe, die Meinung von dem Werthe, welcher dem Vorkommen von (Gyps-) Krystallen in den Epidermiszellen vieler Capparis-Arten beizumessen ist, einer bedeutenden Modificirung: Nicht das Vorkommen der Krystalle, wie sich nunmehr zeigt, vielmehr das Vorkommen des sie bildenden Gypses, der auch anders als in Krystallform zur Abscheidung gelangen kann, scheint es zu sein, welchem ein wesentlicher Werth, welchem die Bedeu-

1) Dass die Krystallbildung hinwieder auch in der lebenden Zelle schon stattfinden könne, ist aus der weiter unten folgenden Darlegung über den Befund an jungen Blättern zu ersehen.

Ob die von Vesque gegebene Zeichnung der krystallführenden Epidermis nach Schnitten von dem lebenden oder vom getrockneten Blatte gefertiget sei, ist nicht angegeben.

Dass das erstere nicht unmöglich sei, hat mir eine kurz vor dem Drucke dieser Zeilen im Spätherbste durch meinen Assistenten, Herrn Dr. Solereder, vorgenommene Untersuchung gezeigt, welche wahrnehmen liess, dass auch im vollentwickelten frischen Blatte gelegentlich schon Krystalle vorhanden sind.

Wie weit das etwa bei den krystallführenden Blättern des oben erwähnten getrockneten Untersuchungsmateriales auch schon der Fall gewesen sein mag, und ob überhaupt eine Abscheidung von Krystallen beim Trocknen da stattfinde, wo ihre Bildung nicht schon während des Lebens der Pflanze eingeleitet war, ist als offene Frage zu betrachten.

tung eines diagnostischen Merkmales beizulegen ist.

Es schien mir nach Erlangung dieses Resultates an den bald krystallfrei, bald krystallführend befundenen Blättern der *C. neriifolia* behufs möglichster Vervollständigung der gewonnenen Aufschlüsse noch zweierlei wünschenswerth. Nämlich erstens eine klare Einsicht in die Natur der schon in dem lebenden Blatte von *C. neriifolia* vorhandenen, kugeligen Körper und ihr Verhältniss zu den im getrockneten Blatte beobachteten, auch mit Rücksicht auf den grösseren Umfang der letzteren; und zweitens eine Prüfung der Frage, wie weit das gewonnene Resultat etwa auch zur Erklärung des bald reichlichen, bald fast auf Null herabgedrückten Krystallgehaltes der Blätter verschiedener Formen von *C. jamaicensis*, worüber ich unter III berichtet habe, herangezogen werden könne.

Was den ersten Punkt betrifft, so gelangte ich, nach verschiedenen vergeblichen Versuchen, mit deren Darlegung ich den Leser nicht ermüden will, dadurch zu einem entsprechenden Resultate, dass ich frische Schnitte von der Oberseite lebender Blätter, an welchen ich unter Deckglas ohne Beifügung irgend eines Mediums bei rascher Beobachtung die kugeligen Körper in den Epidermiszellen wahrnehmen konnte, mit Alkohol behandelte. Diese Behandlung rief in denjenigen Epidermiszellen, deren untere (innere) Wandung nur wenig oder gar nicht von dem Messer verletzt, aber von dem Pallisadengewebe freigemacht war, so dass die Zellen nur wenig oder gar nichts von ihrem Inhalte verloren hatten, dem Alkohol aber einen leichten Zutritt zu ihrem Inneren gewährten, eine starke feinkörnige Trübung des gesammten Inhaltes hervor, während die kugeligen Körper unverändert blieben. Nachträgliches Einwirken von Wasser brachte mit den kugeligen Körpern auch die körnige Trübung zum Verschwinden. Einwirken von oxal-

saurem Ammoniak statt Wasser bewirkte ein Grobkörnigwerden des die Trübung bedingenden Niederschlages und eine Umwandlung der kugeligen Körper in hohlkugelige Gebilde durch Hervorrufung eines Niederschlages an ihrer Oberfläche (s. im Vorausgehenden p. 396). Nunmehr folgende Einwirkung von Schwefelsäure brachte die beiderlei Niederschläge zum Verschwinden unter Auftreten einer Gruppe von Gypsnadeln in jeder Zelle. Darnach lässt sich schliessen, dass auch die in den lebenden Zellen schon vorhandenen kugeligen Körper (im Wesentlichen) aus Gyps bestehen; ferner dass in den Zellen noch weitere Gypsmasse in Lösung vorhanden sei, welche eine Vergrösserung der kugeligen Massen beim langsamen Trocknen des Blattes bewirken kann — was der am getrockneten Blatte gemachten, oben (p. 396) berichteten Wahrnehmung entspricht.

Was den zweiten Punkt betrifft, die Frage nach einer etwaigen Vertretung der Gypskrystalle durch eine amorphe Gypsmasse in den (nahezu) krystallfreien Formen von *C. jamaicensis* (Exemplare von Plée und Sieber n. 97), so war es leicht durch successive Behandlung mit oxalsaurem Ammoniak und Schwefelsäure den Nachweis zu erbringen, dass eine solche Vertretung in der That vorhanden sei, indem bei solcher Behandlung in den krystallfreien Zellen eine ebenso grosse Menge von Gypsnadeln zur Ausscheidung gelangte, wie in den krystallführenden.

Bei eben dieser Behandlung zeigte sich ferner, dass auch in den stets krystallfreien Zellen des schwammförmigen Gewebes, sowohl in den Blättern der *C. jamaicensis*, wie in denen der *C. neriifolia* (auf andere Arten wurde die Untersuchung vor der Hand nicht ausgedehnt), reichlich Gyps enthalten sei, welcher an trocken gefertigten, in Alkohol untersuchten Schnitten als amorphe Füllmasse der Zellen sich zu erkennen gibt.

Der oben ausgesprochene Satz, dass nicht

so fast die Anwesenheit der Krystalle, als die Anwesenheit des ihre Grundlage bildenden Gypses in den Zellen, namentlich den Epidermiszellen gewisser Capparis-Arten, das Charakteristische für die betreffenden Arten bilde, erscheint damit auch für C. jamaicensis vollkommen bestätigt.

Welches die Umstände sind, unter welchen dieser Gypsgehalt durch Auftreten von Krystallen sich documentirt und wie weit derselbe bei den *Capparis*-Arten verbreitet ist, das sind Fragen, deren Beantwortung erst von zukünftigen Untersuchungen zu erwarten ist. Bezüglich der ersteren mag hier nur das bemerkt sein, dass, wenn überhaupt erst beim Trocknen des Blattes Krystallbildung stattfindet, wohl die Derbheit der Wandungen der Epidermiszellen und ihrer Cuticula dabei eine Rolle spielt, indem die bei grösserer Derbheit verlangsamte Austrocknung der Zellen einer Bildung der Krystalle günstig sein dürfte. Bezüglich der zweiten Frage erinnere ich daran, dass auch bei einzelnen Arten aus anderen Capparideen-Gattungen eine auffällige Ablagerung von Gyps bereits beobachtet ist, als Füllmasse nämlich von Zellgruppen im Blatte, welche durchscheinende Punkte bilden *(Cladostemon paradoxum, Tylachium panduriforme;* s. Blenk in Flora 1884, p. 103, Sep.-Abdr. p. 17). Bei anderen Capparideen wieder scheint eine Vertretung des Gypses durch ein in kugeligen Massen abgelagertes pflanzensaures Doppelsalz von Kalk- und Talkerde vorzukommen, worüber die frühere Mittheilung in diesen Sitzungsberichten (1884, p. 117 und 118, nebst Anmerk.) bezüglich *Capparis flexuosa*, *rupestris* und *subcordata* verglichen werden mag.

Zeigte so die wiederholte Untersuchung der Blätter von *C. neriifolia*, dass, wie schon oben hervorgehoben, kein wesentliches Moment dieselbe von der *C. salicifolia* des Pariser Gartens trenne, so ergab diese wiederholte Unter-

suchung gegen früher noch ein weiteres Resultat, das eine Versetzung der *C. neriifolia* aus der Section *Breyniastrum* in die Section *Quadrella* befürwortet und das selbst geeignet erscheint, die Selbständigkeit der *C. neriifolia* in Frage zu stellen, für welche vielleicht in ähnlicher Weise, wie ich es schon früher für *C. longifolia* Sw. angedeutet habe, eine Einstellung unter die Formen der *C. jamaicensis* als das Richtigere sich darstellen mag, zu deren Durchführung aber, und zwar für beide Pflanzen, erst das Bekanntwerden der Blüthen wird abzuwarten sein.

Das in Rede stehende weitere Resultat der erneuten Untersuchung besteht in der Auffindung auch von Spicularzellen bei *C. neriifolia*, welche früher bei ihr vermisst worden waren.

Dieselben sind bei ihr nur wenig entwickelt, sowohl was ihre Zahl, als was ihre Ausbildung betrifft.

In Hinsicht ihrer Ausbildung ist hervorzuheben, dass dieselben meist nicht tiefer als die obersten Pallisadenzellen und nie tiefer als die nächstfolgenden, noch zum Pallisadengewebe zählbaren Zellen in das Innere des Blattes sich erstrecken und dass sie stets auch an ihrem oberen, zwischen den Epidermiszellen bis zur Blattoberfläche selbst sich erstreckenden Ende eine verhältnissmässig (d. h. im Verhältniss zu den Spicularzellen der C. jamaicensis) weite Zellhöhlung bei verhältnissmässig geringer Wanddicke besitzen.

In Hinsicht ihrer Zahl ist zu bemerken, dass sie nicht auf jedem Querschnitte des Blattes zu sehen sind, wie das bei C. jamaicensis der Fall ist, ja selbst mitunter nicht an kleinen Flächenschnitten. Daraus erklärt es sich auch, dass sich dieselben früher der Wahrnehmung entziehen konnten. Eben darum ist mir auch der Umstand, dass Vesque dieselben in der Querschnittszeichnung des Blattes von *C. salicifolia* Hort. Par. nicht darstellt, noch kein Beweis für ihr Fehlen bei der Pflanze des Pariser Gartens; wahrscheinlich

werden sie auch bei ihr durch ausgedehntere Untersuchung sich nachweisen lassen.

Aus der geschilderten Beschaffenheit des oberen Endes dieser Spicularzellen ergab sich, gleichwie auch für die der nächst verwandten *Capparis*-Arten, die Frage, ob diese Zellen gleicher Natur, wie sonst die Spicularzellen im Blatte verschiedener Gewächse sind, welche sich an die Epidermisplatten nur anzulegen, nicht aber zwischen die Epidermiszellen selbst sich einzudrängen und so auch an der Bildung der Blattoberfläche selbst theilzunehmen pflegen, oder ob dieselben nicht vielmehr als eigenthümlich veränderte Zellen der Epidermis selbst zu betrachten sind, welche sich von der Epidermis aus in das Innere das Blattes fortentwickelt haben, ähnlich, wie nach der Darstellung von O. Bachmann die Trägerzellen der Haare und Schülferchen bei manchen *Croton*-Arten, z. B. *Croton capitatus* Michx. *α. Lindheimeri* Müll. Arg. (sieh dessen Darstellung in Flora 1886, p. 391 — Sep.-Abdruck p. 7 — Tafel VII, Fig. 2, in deren Erklärung die früher von Engelmann und Gray *Pilinophytum Lindheimeri* genannte Pflanze irrthümlich als „*Croton Lindheimeri*" E. Gr. bezeichnet ist, wie auch im Texte p. 94, resp. 11).

Der Umstand, dass die Epidermiszellen bei *C. neriifolia*, wie bei *C. jamaicensis* und *odoratissima*, für welch letztere Art Vesque (wie annähernd auch für *C. jamaicensis*) das Eindringen der Spicularzellen zwischen die Zellen der oberen Epidermis, abweichend von seiner früheren Darstellung (Ann. sc. n. 1882, tab. II, fig. 13, c), nunmehr (Epharm. tab. LXI zum Ausdrucke gebracht hat,[1]) (meist zu sechs) eine sehr

1) Ebenso auch, wie nebenbei bemerkt sein mag, die Trennung der Pallisadenzellen im getrockneten Blatte, durch welche die früher von ihm unberücksichtiget gelassenen durchsichtigen Strichelchen hervorgerufen werden, wie ich sie für diese und gewisse andere *Capparis*-Arten in der mehrfach citirten Abhandlung, Sitzungberichte 1884

regelmässige rosettenförmige Gruppirung um die (gewöhnlich sechsseitigen) Spicularzellen-Enden zeigen (unter Abweichung ihrer Gestalt von jener der anderen Epidermiszellen durch Streckung nach dem Radius der Rosette), leistete der Meinung, dass die Spicularzellen selbst auch und gleichzeitig mit den umgebenden Rosettenzellen ihren Ursprung in der Epidermis nehmen, mit anderen Worten, nur eigenthümlich ausgebildete Epidermiszellen sind, wesentlichen Vorschub.

Eine sichere Entscheidung darüber war übrigens nur von der Entwicklungsgeschichte derselben zu erwarten, und da die Pflanze des Münchener Gartens dazu willkommenes Material darbot, so versäumte ich nicht, auf das Studium derselben einzugehen.

Es ergab sich daraus, dass die Spicularzellen hier in der That nichts anderes als eigenthümlich ausgebildete Epidermiszellen sind. Dieses Resultat lässt sich unbedingt auch auf *C. jamaicensis* und die übrigen Arten der Section *Quadrella* übertragen.

Ob das und wie weit das etwa auch für die Spicularzellen der Arten aus anderen Sectionen und aus anderen Gattungen der Cappareen der Fall sei, darüber ist erst besondere Nachforschung anzustellen.

Zur Untersuchung wurden die noch nicht entfalteten, eine duplicative Knospenlage zeigenden jungen Blätter an den Enden der Triebe ausgewählt.

Bei einem solchen Blatte mit nur 1 cm langer Blattspreite zeigten sich an entsprechenden Quer- und Flächenschnitten, welche durch Javelle'sche Lauge aufgehellt wurden, die Epidermiszellen in lebhafter Theilung durch senkrecht

(p. 132, 167, 174), und in einer unmittelbar vorausgehenden Abhandlung über *Forchhammeria* (p. 93, 94 etc.) auch für andere Capparideen als characteristisch bezeichnet und näherer Darlegung unterworfen habe.

zur Blattfläche, im übrigen aber in verschiedener Richtung stehende Wände begriffen, und an Stelle des Pallisadengewebes fand sich eine Schichte chlorophyllführender, ebenfalls noch in solcher Theilung begriffener, polyedrischer Zellen, deren letzte Theilungsproducte weit grössere Dimensionen parallel der Blattfläche als senkrecht zu ihr und ebenso parallel der Blattfläche 3—4-mal grössere Dimensionen als die in senkrechter Richtung (an Höhe) sie nicht selten um das Doppelte übertreffenden letzten Theilungsproducte der Epidermis zeigten, so dass das spätere Verhältniss zwischen Epidermiszellen und Pallisadengewebe hier gleichsam auf den Kopf gestellt erschien: die Epidermiszellen hatten das Aussehen von Pallisadenzellen im Vergleiche mit den flächenhaft entwickelten, an Stelle des Pallisadengewebes gelegenen inneren Zellen. Solcher chlorophyllführender Zellschichten mit ziemlich ebensolcher Beschaffenheit, nur dass die mittleren aus etwas höheren (also überhaupt grösseren) Zellen bestanden, fanden sich zwischen den beiden Epidermisplatten im Ganzen acht. Von Spicularzellen war noch keine Spur vorhanden; doch zeigte sich in der Epidermis an einer oder der anderen Stelle bereits der Anfang zu einer rosettenförmigen Zellgruppe, in welcher die mittelste Zelle etwas kleiner als die übrigen war und etwas dunkler erschien. In manchen Epidermiszellen, namentlich in der Nähe der Gefässbündel, waren kleine Krystalle, welche im Wasser allmählig einer Corrosion unterlagen, wahrzunehmen; ebenso auch in manchen Zellen des inneren Gewebes.

An einem bis zu 1,8 cm Spreitenlänge herangewachsenen Blatte zeigte sich das Verhalten von Epidermis und nächst unterer Gewebsschichte — Pallisadengewebe — bereits dem des vollentwickelten Blattes annähernd entsprechend. Die Zellen der subepidermalen Gewebsschichte hatten wiederholte Theilung durch senkrecht zur Blattfläche stehende Wände erfahren, die Epidermiszellen aber, unter wenigstens einst-

weiliger Einstellung[1]) solcher Theilung, eine beträchliche Dehnung der Fläche nach, unter Gewinnung annähernd regelmässig 5 – 8-seitiger Oberfläche, so dass nunmehr auf eine Epidermiszelle 4—6 der unterliegenden, bereits als Pallisadenzellen durch ihre Gestalt gekennzeichneten Zellen trafen. Dabei hatten die Pallisadenzellen an Höhe die Epidermiszellen wenigstens erreicht. Die nach innen vom Pallisadengewebe folgenden Zellschichten des Blattes, deren Zahl die gleiche wie früher geblieben war, zeigten den früheren Charakter und nur stellenweise machte sich bemerkbar, dass auch die an die Pallisadenzellen zunächst angrenzende Schichte sich zu einer Umbildung in Pallisadengewebe anschicke.

In der Flächenansicht zeigte die Epidermis nun schon eine deutliche Differencirung in die künftigen Spicularzellen und die gewöhnlichen Epidermiszellen, welch erstere sowohl durch ihre Stellung in der Mitte je einer der nun schon leicht zu erkennenden rosettenförmigen Zellgruppen, als dadurch hervortraten, dass sie krystallfrei erschienen, während in der Mitte aller übrigen Epidermiszellen ausnahmslos ein Krystall etwas näher an der unteren als an der oberen Wand zu sehen war und zwar in sehr vielen Zellen eine Durchwachsungs-Bildung, welche bei geeigneter Lage die bekannte Figur eines Wirthshaus-Sternes mit 6 Ecken zeigte, (aus zwei mit ihren Seiten sich gleichmässig durchkreuzenden, anscheinend gleichseitigen Dreiecken von gleicher Grösse

1) Dass diese Einstellung noch nicht als definitive zu betrachten ist, geht daraus hervor, dass die Epidermiszellen des ausgewachsenen, circa 14 cm langen Blattes bei ebenfalls annähernd regelmässig polygonaler, 5—8-seitiger Gestalt kaum mehr als den doppelten Durchmesser der Epidermiszellen des noch nicht 2 cm langen Blattes besitzen. Auf die Epidermiszelle des ausgewachsenen Blattes treffen, um ihr Verhältniss zu den Pallisadenzellen zu bezeichnen, 10 bis 15 der letzteren.

gebildet), wie sie auch in der Darstellung der Krystalle für *C. odoratissima* bei Vesque zu finden ist (in Ann. sc. n. 1882, tab. 2, fig. 13, a in der nicht voll umgrenzten Zelle rechts und in Epharmos. tab. 61 in der stärker vergrösserten Querschnittszeichnung links, sowie in der Flächendarstellung der Epidermis über dem eine Spicularzelle andeutenden unteren Ende der Figur). Diese Krystalle sind, wie erst nach ihrer Lösung ersichtlich wird, von einem sehr dünnen Häutchen umschlossen. Dass sie, wie die Krystalle in der Epidermis ausgewachsener Blätter, aus Gyps bestehen, dafür spricht ausser einem gelegentlichen Auftreten in Form rhomboidischer Plättchen, ihrer geringen Doppelbrechung und ihrer Löslichkeit in Wasser auch ihr analoges reactives Verhalten bei Behandlung mit oxalsaurem Ammoniak und Chlorbaryum (s. ob. p. 394). Geglüht brausen sie mit Säuren nicht auf.

Bei sehr hoher Einstellung erschien die Epidermis an den die Spicularzellen enthaltenden Stellen wie durchlöchert, und die Spicularzellen zeigten sich, auch wenn eine Verdickung ihrer Wandung noch nicht, wie es bei manchen allerdings schon der Fall war, sich wahrnehmen liess, dunkler umrahmt als die Epidermiszellen. Bei tiefer, bis auf die Berührungsfläche von Epidermiszellen und Pallisadenzellen herabgerückter Einstellung zeigte sich an diesen Stellen ein annähernd kreisförmiger, bis unter die Mitte der benachbarten Epidermiszellen ausgedehnter Raum, in welchem keine Pallisadenzellen zu sehen waren. Erst bei noch weiterem Herabgehen mit der Focalebene traten die Pallisadenzellen unter diesem Raume von dessen Rand gegen die Mitte zu allmählich in Erscheinung. Der Querschnitt gab über dieses Verhalten entsprechenden Aufschluss. Es zeigten sich an solchen Stellen die betreffenden, offenbar in Spicularzellen sich umbildenden Epidermiszellen auf Kosten ihrer Nachbarzellen nach unten allmälig und allseitig erweitert, derart, dass ihre im Durchschnitte erscheinenden Seitenwandungen

nach unten divergirende Bögen mit gegen das Zellinnere gewandter Convexität bildeten, und dass die untere (innere) Zellwandung kuppenförmig gegen das Pallisadengewebe vorgewölbt war, mit einer der Kuppe in der Mitte aufgesetzten Spitze, welche sich zwischen die sie berührenden Pallisadenzellen eindrängte. An anderen solchen Zellen war diese Spitze unter entsprechender Erweiterung zwischen den jungen Pallisadenzellen schon bis auf die zweit innere, ebenfalls in pallisadenartiges Gewebe sich umwandelnde Zellschicht vorgedrungen, bald in gerader Richtung, bald über eine oder die andere Pallisadenzelle sich zur Seite und dann erst wieder nach innen wendend, so dass in diesen Zellen deutlich die künftigen Spicularzellen sich zu erkennen gaben, von denen die vorgeschrittensten auch schon ihre Wandung zu verdicken begannen, während die jüngeren derselben, abgesehen von der verschieden weit vorgerückten Veränderung ihrer Gestalt unterhalb der Mittelebene der Epidermis und abgesehen von dem Fehlen der Krystalle in ihnen, in nichts sich von den benachbarten Zellen der Epidermis unterschieden, an deren Constituirung sie mit eben diesen Nachbarzellen gleichen Antheil hatten. Kurz, es handelte sich hier auf das deutlichste um ein Einwachsen der farblosen Epidermiszellen zwischen die grünen Pallisadenzellen und nicht um ein Vordrängen dieser zwischen jene, so dass über die epidermoidale Natur der Spicularzellen kein Zweifel mehr übrig blieb.

Es war nur noch die Frage zu bereinigen, ob diese Zellen von Anfang an sich dadurch von ihren Nachbarzellen unterscheiden, dass sie krystallfrei sind, oder welches Moment sonst sie zuerst als künftige Spicularzellen sicher erkennen lassen mag.

Ein junges Blatt mit kaum 1 cm langer Spreite, welches sich aber in seinem unteren Theile bereits zu entfalten begonnen hatte, was meist erst bei auf 3 und 4 cm Spreiten-

länge herangewachsenen Blättern der Fall zu sein pflegt, gab darüber den erwünschten Aufschluss.

In seiner unteren Hälfte zeigte dasselbe ganz die Verhältnisse, wie sie eben für das 1,8 cm lange Blatt geschildert worden sind. In seiner oberen Hälfte aber fanden sich bis nahe zur Spitze hin in allmäliger Abstufung alle nur wünschenswerthen jüngeren Entwicklungszustände der epidermoidalen Spicularzellen, während endlich an der Spitze selbst, obwohl dort das Pallisadengewebe ebenfalls schon in demselben Grade, wie vorhin beschrieben worden ist, zur Ausbildung gelangt war, irgend eine Differenzirung in der Epidermis selbst noch nicht Platz gegriffen hatte.

Die jüngsten, als künftige Spicularzellen erkennbaren Epidermiszellen nun zeigten hier, wie letztere, ebenfalls einen Krystall in ihrem Inneren, und alles, was als Unterschied zwischen ihnen und gewöhnlichen Epidermiszellen sich wahrnehmen liess, beschränkte sich darauf, dass der Krystall in ihnen etwas tiefer lag, als bei den Nachbarzellen, und dass diese in einer geringen Mehr-Streckung der auf die Ecken der Spicularzellen zulaufenden Randlinien ihrer Aussenfläche (im Vergleiche mit deren übrigen Rändern) eben zur Bildung einer rosettenförmigen Zellgruppe den ersten Anlauf genommen hatten. Zugleich liess sich bei tieferer Einstellung erkennen, dass die künftigen Spicularzellen in ihrer unteren Hälfte bereits sich zu erweitern und gegen das Pallisadengewebe hervorzuwölben begonnen hatten. Diese gleichzeitig stattfindende Erweiterung und Vertiefung — mit einem Worte Vergrösserung — in ihrem unteren Theile, während das Flächenwachsthum in ihrem oberen Theile nunmehr hinter dem der Epidermiszellen zurückbleibt, bildet den ersten Schritt in der Umbildung der betreffenden Epidermiszellen in die Spicularzellen. Man mag sich vorstellen, dass der dabei auf den Kreis der Nachbarzellen ausgeübte Druck diese zu centrifugalem Wachsthum und damit

zur Umgestaltung in eine Zellrosette veranlasst, während dieselben gleichzeitig einen Gegendruck in ihrer oberen Hälfte ausüben, der sich in einer allmählig zunehmenden Convexität des oberen Theiles ihrer der Spicularzelle zugekehrten und damit verwachsenen Seitenwandungen und der ebenso gelegenen Randlinien ihrer Aussenflächen ausspricht und das Tieferrücken des Krystalles unter die Lagerungsebene in den übrigen Epidermiszellen zu bedingen scheint. Diese beiden Verhältnisse bilden nur, so zu sagen, den äusseren leicht sichtbaren Ausschlag der wesentlicheren Veränderungen, welche in der weniger leicht dem Auge (an Flächenschnitten) zugänglichen Tiefe der in die Spicularzelle sich umwandelnden Epidermiszelle vor sich gehen. —

Fasse ich nun die aus der erneuten Untersuchung von *C. neriifolia* gewonnenen Resultate zusammen, so ergibt sich für's Erste, dass kaum ein wesentlicher Unterschied zwischen *C. neriifolia* m. und *C. salicifolia* Hort. Paris. bestehen dürfte und dass somit auch über diese Pflanze Vesque's entsprechende Klarheit gewonnen sein möchte.

Weiter ergibt sich die Nothwendigkeit, die *C. neriifolia*, auch wenn man sie vor der Hand als besondere Art, ähnlich wie die gleichfalls wahrscheinlich nur eine Form der *C. jamaicensis* darstellende *C. longifolia* Sw. (sieh Sitzungsberichte 1884, p. 177—178) bestehen lassen will, aus der Section *Breyniastrum*, in welche sie früher besonders mit Rücksicht auf das anscheinende Fehlen von Spicularzellen eingereiht worden war (Sitzungsberichte 1884, p. 170) zu entfernen und dafür in die Section *Quadrella* zu versetzen. Mit den Arten dieser Section theilt sie ja auch, wie (nach den nunmehr gewonnenen Resultaten) den gelegentlich in Krystallen hervortretenden Gypsgehalt und die Spicularzellen, so auch (wie schon früher bemerkt, s. Sitzungsb. 1884, p. 170) die wellig-wulstige Streifung der Cuticula an der unteren Blattseite, welches Moment nunmehr ganz

entgegengesetzt dem früher überschätzten Auftreten von Krystallen in der Epidermis, wie schon am Schlusse von IV bemerkt, sich als von weit höherem Werthe, als früher angenommen worden war, darstellt und sich geradezu als Sectionscharakter verwerthbar erweist.

Dem entsprechend sind die Charakteristiken der beiden Sectionen *Quadrella* und *Breyniastrum* gegen früher einer Veränderung zu unterziehen.

Um diese Aenderung auszuführen und im Zusammenhang damit auch das, was sich sonst nach der gegenwärtigen Mittheilung in meiner früheren Darlegung über die Arten dieser beiden Sectionen zu ändern hat, in entsprechender Uebersicht dem Leser vor Augen zu führen, mag diese Darlegung selbst hier in neuer Gestalt wiedergegeben sein.

I. Sectio Quadrella. Sepala 1-seriata, ampla, aestivatione valvata; disci processus liguliformes; bacca siliquiformis; ramuli lepidoti; folia vernatione duplicativa, subtus lepidibus plerumque squamula centro insidente auctis induta, supra glaberrima, cellulis sclerenchymaticis, quas dicunt „spiculares", plerumque crebris (in C. neriifolia raris) a pagina superiore versus inferiorem percursa, sicca plerumque diachymatis rupturis plus minus crebre pellucide lineolata, epidermide gypsi crystallis (interdum raris) foeta, paginae inferioris stomatophora undulato-striata; stipulae nullae.

1. Capparis isthmensis Eichl. (Flor. Bras. XIII, 1, 1865, p. 269!): Folia oblonga, modo longius, modo brevissime acuminata, subcoriacea, pallide viridia, supra opaca, cuticula subtiliter granulata, attamen tactu laevia; cellulae spiculares minus crassae, geniculato-flexuosae, a pagina folii superiore usque ad inferiorem protrusae, dein ramificatae, ramis epidermidi inferiori applicitis; lineolae pellucidae rariores; alabastra ovoideo-pyramidalia, quadriquetra, acuminata, maxima, 1,5 cm longa, 0,8 cm lata; sepala extus lepidota, intus pilis fasci-

culato-stellatis tomentosa; petala extus ad lineam medianam lepidota, caeterum glabra; torus conicus; stamina petalis pluries longiora, inferne fasciculato-pilosa, basi incrassata, cc. 50; bacca longissima, moniliformi-torulosa, lepidota, stipite elongato glabro nec nisi ima basi fasciculato-pilosa.

In America centrali: C. Hoffmann n. 755! (Costarica, Aguacate, fruct.; Hb. Berol.); Warszewicz n. 217! (Costarica et Veraguas, flor.; specim. fol. brev. acumin.; Hb. Ber.).

2. Capparis jamaicensis Jacq. (Amer., 1763, p. 160, tab. 101; Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1135; Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18!, excl. exclud.; Eichler l. c. p. 270!, emend. obs. de Breynia n. 1 P. Browne. — Breynia n. 1 P. Browne Jam., 1756, p. 246, tab. 27, fig. 1, excl. syn. „Pluk. tab. 172, fig. 4", incl. vero „tab. 221, fig. 1". — Breynia n. 2 P. Browne ibid. p. 246, excl. syn. „Pluk. tab. 327, fig. 6" ad. C. longifoliam Sw. spect. — Capparis siliquosa L. Sp. Pl. Ed. II, 1762, p. 721 excl. syn. „Pluk. tab. 327, fig. 6" ad. C. longifol. Sw. spect. — Capparis torulosa Sw. Prodr., 1788, p. 81; Sw. Observ., 1791, p. 211; Sw. Fl. Ind. occ. II, 1800, p. 932! — Capparis Breynia Sw., non alior., Observ. 1791, p. 210! — Capparis Breynia var. = C. siliquosa L. excl. syn. Pluk. Sw. ibid p. 211. — Capparis Breynia Herb. Juss. ed. Triana & Planch. in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 86. — Capparis ferruginea, non L., Willd. Herb., nec. Sp. nisi quoad specimina indicata sicca, n. 10047, partim, nempe quoad plagulam 2, specimen ab Isert in St. Cruz lect.! — Capparis intermedia, non Kunth, Sieber Flor. Trinit. n. 97! circa ann. 1825 edit.; Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, 1865, p. 270, quoad plant. Sieberian.! — Capparis emarginata A. Rich. Flor. Cub., 1845, p. 78, tab. 9. — Capparis anceps Shuttl., cf. Vesque in Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, 1882, p. 116): Folia plerumque subovalia (cf. formas 1—4), coriacea, siccitate flavescentia,

supra nitida, laevia, attamen nervis lateralibus interdum prominulis; cellulae spiculares crassae, breviusculae, raro epidermidem inferiorem attingentes; lineolae pellucidae plerumque creberrimae; alabastra ovata, quadriquetra vel denique tumida, acuta, mediocria, 7—9 mm longa, 5—6 mm lata; sepala extus lepidota, intus pilis fasciculato-stellatis tomentosa; petala extus praeter marginem lepidota, intus glabra; torus conicus; stamina petalis pluries longiora, inferne fasciculato-pilosa, basi incrassata, cc. 30—40; bacca longa, nunc torosa, nunc cylindrica, lepidota, stipite elongato glabro; embryo oleosus, nec vero amylo carens, cf. Sitzungsb. 1884, p. 88.

Formas discernere licet sequentes:

Forma 1. emarginata (Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18!): Folia ovali-oblonga, apice emarginata.

Forma 2. siliquosa (Griseb. l. c.!): Folia ovali-lanceolata, utrinque acuta.

Forma 3. obovata: Folia obovata, basi subcuneata.

Forma 4. ovata: Folia ovata, apice acuta.

Forma 5. sublanceolata: Folia oblongo-lanceolata, utrinque acuta.

(Forma 6. neriifolia? Folia anguste lanceolata. Cf. speciem n. 3.)

(Forma 7. longifolia? Folia sublinearia. Cf. speciem n. 4.)

In insulis antillanis nec non in Florida: Forma 1: Browne (fid. ic. cit., Jamaica); Jacquin (fid. ic. cit., Jamaica); Ramon de la Sagra (fid. ic. cit. Fl. Cub., Cuba, 1823—35); Moritz n. 51! 192! (Portorico, St. Thomas; Hb. Ber.); Macfadyen? n. 42! (Jamaica? Barbados?; forma carpophoro brevi, 1 cm vix excedente, cf. Sitzungsb. 1884, p. 159; Hb. Griseb.); Cabanis! (Florida; Hb. Ber.); R. C. Alexander! (Jamaica, m. Maj. 1850, flor.; Hb. Griseb.); Shuttleworth! (Florida ca. 1845? „Capp. anceps"); C. Wright n. 1870! (Cuba, 1860—64; Hb. Griseb.), Curtiss n. 204!

(Florida; Hb. Ber.. Monac.). — Forma 2: Browne (fid. descr. cit. n. 2, Jamaica); Swartz! (Jamaica; specim. florig. „C. Breynia“ inscr. et specim. sterile ad. C. torulos. recensend.; Hb. Monac.); Lect. ignot.! (St. Thomas; ex Mus. Par. c. Kunth. comm. ao. 1820, Hb. Ber.); Princeps Paul de Würtemberg n. 303! (S. Domingo, ad littora maris prope Miragoane m. Jun. flor., m. Dec. fruct.; Hb. Monac.); Wullschlaegel n. 16! (Antigua, Gracebay, ao. 1849; Hb. Griseb., Monac.); Duchassaing! (Guadeloupe; Hb. Griseb.). — March n. 1528! (Jamaica; Hb. Griseb.). — Forma 3: Isert! (Santa Cruz; Hb. Willd. n. 10047, plag. 2, sub nom. „C. ferruginea“); Humb. & Bonpl.?! (c. cit. „Browne tab. 27, f. 1“, ex Hb. Bonpl. c. Kunth comm., Hb. Ber.; cf. Sitzungsb. 1884, p. 153); C. Ehrenberg n. 267! (St. Thomas; Hb. Ber.). Mayerhoff! (S. Domingo, ao. 1859; Hb. Ber.). — Forma 4: C. Ehrenberg! (S. Domingo, Hb. Ber.); R C. Alexander! (Jamaica; Hb. Griseb.). — Forma 5: Coll. Sieber n. 97! (Trinidad, „C intermedia“; Hb. Ber., Monac.). — (Forma 6 ?, 7 ?: Cf. species seqq.). — Accedunt specimina nonnulla a Griseb. l. c. enumerata, mihi ignota.

3. Capparis neriifolia m. (Sitzungsb. 1884, p. 169, 180. — ?C. salicifolia Hort. Par. ed. Vesque in Epharmos. tab. 71 n. 79): Folia anguste lanceolata, acutissima, margine subrevoluta, subcoriacea, saturate viridia, exsiccata flavescenti-viridia, supra glaberrima, nitidula, venis prominulis reticulata rugulosaque nec laevia, attamen cuticula laevi; cellulae spiculares rarioses, teneriores, breves; epidermis rarius crystallophora; flores fructusque ignoti.

Patria ignota. Culta in Horto Monacensi (eademque? in Horto Parisiensi sub nomine indicato „C. salicifolia“).

Obs. Anne forma tantum Capparidis jamaicensis Jacq.?

4. Capparis longifolia Sw. (Prodr., 1788, p. 81; Observ., 1791, p. 211; Flor. Ind. occ. II, 1800, p. 934 c. syn. „Pluk. p. 328, planta 13, tab. 327, f. 6“; DC. Prodr. I,

1824, p. 253; Eichler l c. p. 271!, in sectione „Breyniastrum". — Capparis cynophallophora L. var. saligna Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18, quoad syn. Swartz.): Folia lineari-lanceolata vel linearia, sicca minus insigniter pellucide lineolata, caeterum ut in C. jamaicensi; flores fructusque ignoti.

In insulis antillanis: Collector ignotus (Barbados, t. Plukenet); Swartz (Jamaica); Wullschlaegel n. 17! (Antigua, foliis linearibus; Hb. Monac.); C. Ehrenberg n. 267! (St. Thomas, foliis linearibus nec non lineari-lanceolatis; Herb. Ber.).

Obs. Anne forma, anne rami steriles tantum Capparidis jamaicensis Jacq.?

5. Capparis odoratissima Jacq. (Hort. Schoenbrunn. I, 1797, p. 57, tab. 110; Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1135, Hb. Willd. n. 10048!; DC. Prodr. I, 1824, p. 251; Triana & Planch. in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 85, excl. solummodo syn. „C. Breynia Sw." ad. C. jamaic. recensend.; Eichler l. c. p. 270!; Hemsley in Biolog. Centr.-Amer., Bot. I. 1879—81, p. 44; Vesque l. c. p. 112! — Capparis ferruginea, non „L.", Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1135 et 1136 in obs. ad. C. odor., solummodo quoad specimina indicata sicca, Herb. Willd. 10047, partim, nempe plagula 1, specimina a Humb. et. Bonpl. ad Cumana lecta, coll. n. 39, fructig., et 38 partim, sine fl. et fruct.! — Capparis Breynia, non „Sw." nec. Jacq., Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 97 excl. syn. „C. Breynia Sw." ad C. jamaic. recens., specimen florig. a Humb. et Bonpl. ad Cumana lect., in Mus. Par. servat. t. Tr. & Pl. l. c. p. 84. — Capparis intermedia, non Sieb. etc., Kunth Nov. Gen. et Sp. V. 1821, p. 98, specim. fructig. a Humb. et Bonpl. ad Cumana lect., in Mus. Par. servat., coll. n. 39!; DC. Prodr. I, 1824, p. 252!; Eichler l. c. p. 270!, partim. — Capparis olivaeformis DC. mss. ed. Kunth l. c.! — Capparis

torulosa, non „Sw.“, cfr. C. jamaic. J., Griseb. „forma siliqua brevissime stipitata“ in Novit. Flor. Panam., Bonplandia VI, 1858, p. 2., specimen a Duchassaing lect., in Hb. Griseb. servat.! — Capparis jamaicensis, non Jacq., Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18, quoad syn. „C. intermedia Kunth“ et patriae indication. „Venezuela“ syn. illud nec non coll. Fendler n. 2274 fid. Hb. Griseb. spect.! — Nomen vulgare: Olivo, teste Bonpland in Hb. Willd. n. 10047, cf. Sitzungsb. 1884, p. 142 et supra p. 386): Folia ovali-oblonga, coriacea, siccitate glauco-viridia vel fusco-flavescentia, supra nitida, laevissima; lepides e cellulis angustioribus exstructae, squamula accessoria quam in aliis speciebus magis rotundata auctae; cellulae spiculares crebrae, graciliores, per totum diachyma protrusae, deorsum aliae et aliae convergentes, epidermidem inferiorem plerumque attingentes (cf. Vesque, Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, tab. 2, fig. 13, c); lineolae pellucidae plerumque sat crebrae; alabastra subglobosa, minora, diametro 4 mm; sepala extus lepidibus validioribus quasi loricata, intus tomentella; petala extus praeter marginem lepidota, intus glabra; torus in columnam brevem apice dilatato staminigeram elevatus; stamina petalis vix longiora, basi clavata pilosa, cc. 30; bacca brevior, subcylindrica vel torulosa, lepidota, basi saepius angustata, in stipitem brevissimum vel vix ullum lepidotum continuata.

In Americae meridionalis ora caribaea usque ad isthmum Panamensem, nec non in insula adjacente Trinidad: Jacquin? (Caracas, culta in Hort. Vindob., m. Mart. et April. flor.); idem? (Herb. Willd. n. 10048! specimen cultum? sine fl. et fruct.); Humb. et Bonpl.! (Cumana, m. Sept., florig. „C. Breynia K.“; fructig. coll, n. 39! „C. intermedia K.“ et „C. ferrug.“ Hb. Willd. n. 10047, plag. 1 nec non Hb. Kunth, adjectis specimin. steril. coll. n. 38 partim!); Moritz n. 481! (Columbia, La Guayra; Hb. Ber.); E. Otto n. 540! (Venezuela, m. Febr. 1840, flor.; Hb. Ber.);

Karsten! (Columbia; Hb. Ber.); Duchassaing! (Panama, ao. 1850; Hb. Griseb. „C. torulos. var."); Gollmer! (Caracas, m. Maj. 1853, flor.; Hb. Ber.); Fendler n. 2274! (prope coloniam Tovar, ao. 1853–54; Hb. Griseb. „C. jamaic."); Crüger n. 303! (Trinidad, Chacachacau, si recte lego, m. Oct. 1861, flor.; Hb. Griseb. „C. jamaic."). Accedunt specimina nonnulla a Tr. & Planch. nec non a Hemsley ll. cc. enumerata, mihi ignota, praesertim centrali-americana: Friedrichsthal (Guatemala); Endres n. 222 (Costarica); Sutton-Hayes n. 685 (Panama, Taboga).

II. Sectio Breyniastrum. Sepala 1-seriata, minuta, aestivatione aperta: disci processus liguliformes; bacca siliquiformis; ramuli lepidoti; folia vernatione duplicativa, subtus lepidibus plerumque squamula centro insidente auctis induta, insuper pilis fasciculato-stellatis supra subtusque obsita, nullis nec cellulis spicularibus nec lineolis pellucidis instructa, epidermide utraque crystallophora laevi, paginae inferioris in cryptis stomatophora; stipulae nullae.

1. Capparis Breynia Jacq. (Amer., 1763, p. 161, tab. 103; Linn. Sp. Ed. II, Vol. 1, p. 271, partim, ao. 1762, cf. Sitzungsb. 1884, p. 162 in annot.; Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1138, partim, Hb. Willd. n. 10062!; DC. Prodr. I, 1824, p. 252, partim; Triana et Planchon in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 80; Eichler l. c. p. 271!, emend. obs. de Breynia n. 3 P. Browne; non Sw., cfr. C. jamaic., nec Kunth, cfr. C. odor. — Breynia n. 3 P. Browne Jam., 1756, p. 246, tab. 27, fig. 2. — Capparis amygdalina Lam. Encycl. I, 1783, p. 608 excl. exclud.; Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 96!; DC. Prodr. I, 1824, p. 250 emend. obs. de syn. Jacq., c. var. β. umbellata a Humb. et Bonpl. lecta!; Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 17; Hemsley in Biologia Centr.-Amer., Bot. I, 1879—81, p. 43. — Capparis barcellonensis Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 97! — Capparis ferruginea, non L., Sieb.

Flor. Martinic. n. 139! ann. 1822 edit. — ? Capparis intermedia, non Kunth, Eichler l. c. p. 270, quoad specimen Perottetianum, cf. Sitzungsb. 1884, p. 155 sq. — ? Capparis Lindeniana, cf. Vesque in Ann. Sc. n., s. 6, t. XIII, 1882, p. 111 in syn. — Nomen vulgare: Olivo criollo, uti nomen „Olivo crioyo" schedae Bonplandianae in Hb. Willd. n. 10062 servatae rectius intelligendum, i. e. Olea indigena; cf. supra p. 387): Folia sublanceolata, chartacea, siccitate livescentia, supra pilis fasciculato-stellatis induta, mox decalvata, nitidula, venis prominulis minus laevia, subtus lepidota nec non in cryptis stomatophoris pilis fasciculato-stellatis brevibus obsita, lepidibus ostiolum cryptarum angustatum obtegentibus (cf. Vesque l. c. tab. 2, fig. 10), epidermide utrinque laevi crystallophora; alabastra juvenilia sepalorum apicibus obtecta parva, 2 mm vix aequantia, denique petalis accretis 9—10 mm longa, 5 mm lata, ellipsoidea; sepala extus lepidota, intus tomentosa; petala extus pilis stellatis in lepides transeuntibus, intus pilis fasciculato-stellatis tomentosa; torus in columnam brevem apice dilatato staminigeram elevatus; stamina petalis plus duplo longiora, inferne dilatata et fasciculato-pilosa; bacca longa, lepidota, subcylindrica vel moniliformi-torulosa, stipite elongato lepidibus in pilos stellatos transeuntibus induto, denique plus minus glabrato.

In insulis antillanis et in Continente vicina Americae meridionalis centralisque nec non in Mexico: Browne (fid. ic. cit., Jamaica), Jacquin (fid. ic. cit., in Caribaeis et in Continente vicina); Humb. et Bonpl.! (Cumana, m. Sept. florig. „C. amygd.", „var. β. umbell. DC."! Hb. Kunth, resp. Berol.; n. 38 partim, Nova-Barcellona, m. Sept., flor., „C. barcellon. K."! Hb. Kunth, Hb. Par., „C. Breynia" Hb. Willd. n. 10062, plag. 2!); Humb. et Bonpl.! (Campeche, fruct.; Hb. Kunth); Collector ignotus! (Portorico; ao. 1820 ex. Mus. Par. c. Kunth comm.); coll. Sieber n. 139!

(Martinica, „C. ferrug."; Hb. Ber., Monac.); Billberg! (Carthagena de Columbia; Hb. Ber.); C. Ehrenberg n. 266! (St. Thomas; Hb. Ber.); Wullschlaegel n. 15! (Antigua; Hb. Griseb., Monac.); Duchassaing! (Guadeloupe; Hb. Griseb.); Gollmer! (Caracas m. Maj. 1853, flor.; Hb. Ber.); Fendler n. 2273! (prope coloniam Tovar, 1854—55, 1856—57; Hb. Griseb.); C. Wright! (Nicaragua, 1853—56, U. S. North. Pacif. Expl. Exped.; Hb. Griseb.); Hahn n. 809! (Martinica, 1866—67; Hb. Ber.) Culta in Hort. Berol.! (Hb. Willd. n. 10062, plag. 1). Accedunt specimina nonnulla a Griseb., Tr. & Planch., Hemsley et Vesque ll. cc. enumerata, mihi ignota, unum in America aequatoriali lectum a de Grosourdy (cf. Vesque), reliqua praesertim mexicana: Galeotti n. 7196; Liebmann (Oaxaca); Linden n 999 (Campeche).

Soll ich in Kürze zusammenfassen, was über die 5 in den Bemerkungen Vesque's erwähnten *Capparis*-Arten in dem Vorausgehenden beigebracht ist, so ist das Folgendes:

1. Die bei Vesque als *Capparis Volkameriae* DC. bezeichnete Art ist *C. Zeyheri* Turcz. (coll. Zeyher n. 1915), *C. Volkameriae* DC. selbst aber nichts anderes als ein von Burman als *Volkameria capensis* bezeichnetes und desshalb auch von De Candolle für eine Cappflanze genommenes Exemplar der indischen *C. horrida* L f. aus dem Hb. Burman im Hb. Delessert. Die auf *C. Volkameriae* DC. von Harvey und Sonder bezogene Pflanze aus der Sammlung von Ecklon und Zeyher, n. 108, ist kaum zweifelhaft übereinstimmend mit n. 569 der englischen Ausgabe dieser Sammlung und darnach ebenfalls nichts anderes als *C. Zeyheri* Turcz.

2. Für *Capparis flexuosa* Vell. ist, wie ich schon früher urgirte, und wie nun auch Vesque gethan hat, der Name *C. Arrabidae* Steud. in Gebrauch zu nehmen, falls nicht

die Art zusammenfällt mit *C. elegans* Mart., wie in der Flora brasil. XIII, 1 (1865) p. 280 vermuthungsweise ausgesprochen ist.

Eine bei dieser Gelegenheit wiederholt zur Sprache gebrachte, bisher fast allerwärts übergangene *Labatia conica* Vell. ist als *Ilex conica* zu bezeichnen.

3. *Capparis anceps* Shuttlew. aus Florida ist, wie ich schon früher zeigte und womit sich Vesque nun als einverstanden erklärt, zu *C. jamaicensis* Jacq. zu rechnen, und zwar zu Forma 1: *emarginata* Griseb.

Die früher zweifelhaft gebliebene, als *C. jamaicensis* von Vesque aufgeführte Pflanze, welche nun als von Plée auf Martinique gesammelt zu bezeichnen ist, gehört zu einer anderen Form dieser Art, nämlich zu Forma 5: *sublanceolata* m. Sie unterscheidet sich durch eine zwar reichlich Gyps enthaltende, denselben aber nicht in Form von Krystallen bergende Epidermis. Das Auftreten oder Fehlen solcher Krystalle ist demnach für die Capparideen nicht von specifischem Werthe; wichtig aber ohne Zweifel das Vorkommen des Gypses. Die von Vesque für Haarnarben an der oberen Blattseite gehaltenen Stellen sind auch bei dieser Pflanze, wie bei den übrigen Arten der Section *Quadrella*, nichts anderes als die oberen Endigungen von Spicularzellen. Eigenthümliche Belegzellen der Gefässbündel mit gelblichem Inhalte, welche bei verschiedenen Exemplaren von *C. jamaicensis* zur Beobachtung gekommen sind, bedürfen rücksichtlich ihrer Natur und Verbreitung, sowie in Hinsicht ihres Verhältnisses zu ähnlichen Zellen bei anderen Capparideen und zu den Eiweissschläuchen Heinricher's erst noch näherer Untersuchung.

Wie nebenbei erwähnt, hat der schon früher nach Bonpland mss. für *C. Breynia* Jacq. angeführte Name Olivo crioyo, richtiger Olivo criollo, die Bedeutung „kreolischer", d. h. „americanischer Oelbaum".

4. Die als *C. oxysepala* Wright aus Nicaragua von Vesque aufgeführte Pflanze scheint in der That diese Art zu sein, jedoch abgesehen von den für sie beschriebenen und gezeichneten Schülferchen, welche von einer anderen Pflanze durch irgend eine Verwechslung hieher übertragen zu sein scheinen. Schülferchen sind in der Gattung *Capparis* bisher überhaupt nur bei den Arten der Sectionen *Quadrella* und *Breyniastrum* bekannt, und zwar als sogenannte Doppelschülferchen ausgebildet und nur auf der Unterseite der Blätter vorkommend. *C. angustifolia* Kunth (aus der Abtheilung *Colicodendron*) bildet hiefür keine Ausnahme, da das, was Vesque bei ihr als Schülferchen bezeichnet hat, nach seiner eigenen Zeichnung (Epharmos. tab. 62, 63) nur Sternhaare sind.

Was die übrigen Gattungen der *Cappareen* betrifft, so sind Doppelschülferchen noch bekannt bei *Atamisquea* (*A. emarginata* Miers) und *Morisonia* (*M. americana* L. und *Imrayi* Griseb.). Den Doppelschülferchen analoge Sternhaare besitzen *Steriphoma paradoxum* Endl. und *peruvianum* Benth., sowie *Cadaba heterotricha* Stocks.

5. Die von Vesque früher nur dem Namen nach erwähnte, jetzt nach einer lebenden Pflanze des Pariser Gartens näher berücksichtigte und als *Capparis salicifolia* Hort. Paris bezeichnete Pflanze scheint identisch zu sein mit der nach einer lebenden Pflanze des Münchner Gartens aufgestellten *C. neriifolia* Radlk., für die es sich nunmehr als fraglich herausstellt, ob sie nicht etwa bloss als eine Forma 6: *neriifolia* im Anschlusse an die Forma 5: *sublanceolata* (wie vielleicht auch die *C. longifolia* Sw. als Forma 7: *longifolia*) bei *C. jamaicensis* ihren Platz zu finden habe. Jedenfalls ist sie nicht, wie früher geschehen, der Sectio *Breyniastrum*, sondern der Sectio *Quadrella* einzureihen. Die obere Epidermis der getrockneten Blätter ist bei ihr bald mit Gypskrystallen versehen, bald mit kugeligen Körpern (aus Gyps

oder doch gypsreicher Substanz). Letztere sind meist auch im lebenden Blatte schon zu finden; erstere selten. Nur bei sehr jungen Blättern zeigt sich auch an der lebenden Pflanze in jeder Zelle der oberen Epidermis eine in Wasser lösliche Krystallablagerung, meist eine Durchwachsungsbildung (wohl ebenfalls von Gyps), von einem sehr zarten Häutchen umschlossen. Die Epidermis an der unteren Blattseite ist, was nunmehr als ein auszeichnender Charakter der Section *Quadrella* erscheint, wellig-wulstig gestreift. Die erst jetzt im Blatte aufgefundenen Spicularzellen sind, wie auch bei den anderen Arten dieser Section, bei welchen allen sie mit ihrem oberen Ende zwischen den Zellen der Epidermis liegen, als veränderte Epidermiszellen zu betrachten, wie aus ihrer Entwicklungsgeschichte sich ergeben hat. Auch in den Zellen des schwammförmigen Gewebes lässt sich im Blatte (wie auch bei *C. jamaicensis*) durch oxalsaures Ammoniak und darauffolgende Einwirkung von Schwefelsäure leicht reichlicher Gypsgehalt nachweisen.

Was die Veränderungen in Vesque's neuer Arbeit betrifft, welche sich auf andere als die im Vorausgehenden betrachteten 5 Pflanzen beziehen, so ist nunmehr, meiner Bemerkung auf p. 137 der Sitzungsberichte von 1884 entsprechend, *Capparis undulata* Zeyher, welche als Synonym zu *Niebuhria undulata* Zeyher, resp. *Niebuhria pedunculosa* Hochst. gehört, nicht mehr, wie früher, neben dieser auch noch als *Capparis*-Art behandelt und aufgeführt.

Eine Reihe anderer synonymischer *Capparis*-Arten, welche Vesque auf den Tafeln selbst auch, wie schon früher, nur als Synonyma behandelt hat, sind im Register wie selbständige, den übrigen gleichwerthige Arten aufgeführt. Es sind das: *Capparis sicula* Guss. (tab. 27), *C. obovata* Royle (tab. 27), *C. erioclada* Boiss. (tab. 28) und *C. leucophylla* DC.

(tab. 28), welche zu *C. spinosa* L. (tab. 26, 27) gehören; ferner *C. terniflora* DC. (tab. 39), wie schon oben p. 372 erwähnt, zu *C horrida* L. f. (tab. 38, 39) gehörig.

Weggeblieben ist die früher von Vesque (Ann. sc. n. p. 102, n. 47) in Betracht gezogene *Capparis petiolaris* H. B. K., wie es auf Tab. L. heisst „ob specimen pessime servatum", und aus anderen *Cappareen*-Gattungen: *Morisonia multiflora* Tr. et Pl. (Ann. p. 58, n. 2) und *Roydsia suaveolens* Roxb. (Ann. p. 127, n. 1 „Hort. bot. Assam.; Anderson"). Das Uebergehen dieser beiden Pflanzen erklärt sich durch den Umstand, dass sie von Vesque schon früher (l. c.) als in ihren anatomischen Charakteren nur unerheblich verschieden von den dargestellten Arten der gleichen Gattungen *M. americana* L. und *R. parviflora* Griff. bezeichnet worden sind.

Nur scheinbar, d. h. nur im Register ist weggeblieben *Cadaba rotundifolia* Forsk. (sieh Tab. XVIII.).

Es mag mir gestattet sein, am Schlusse dieser Mittheilung meiner besonderen Freude darüber Ausdruck zu geben, dass die anatomische Methode, welche die von ihr gehegten, an anderem Orte[1]) ausgesprochenen Erwartungen schon weit übertroffen hat, sowohl was ihre Leistungen als was die Gewinnung von Anhängern betrifft, in Herrn Vesque einen so eifrigen und geschickten Förderer gefunden hat, wie er in den zu dieser Mittheilung Veranlassung gewordenen Abhandlungen sich darstellt. Möge er die Wissenschaft bald mit neuen solchen Arbeiten bereichern!

1) Sieh Radlkofer: Ueber die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode. Akademische Festrede. München 1883.

Ueber die für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung zwischen den Fundamentalintegralen und deren Ableitungen stattfindenden algebraischen Beziehungen.

Von Leo Königsberger in Heidelberg.

(Eingelaufen 6. November.)

Ich erlaube mir im Folgenden die wesentlichsten Resultate aus einer demnächst im Journal für Mathematik erscheinenden ausführlicheren Arbeit über die Bedingungen mitzutheilen, unter denen für eine lineare homogene Differentialgleichung dritter Ordnung irgend welche algebraische Beziehungen zwischen den Fundamentalintegralen und deren Ableitungen bestehen, und welche zugleich die allgemeine Form dieser algebraischen Beziehungen feststellen.

Um zunächst gewisse specielle Formen solcher Beziehungen in's Auge zu fassen, schicke ich einige allgemeine Bemerkungen voraus, die auch für die Theorie der algebraischen Differentialgleichungen beliebiger Ordnung von Interesse sind. Aus dem Satze, dass, wenn für eine algebraische Differentialgleichung m^{ter} Ordnung

$$y^{(m)} = f\left(x, y, y', \ldots y^{(m-1)}\right)$$

zwischen zwei Integralen y_1 und y_2, von denen das erstere nicht schon einer Differentialgleichung niederer Ordnung Genüge leistet, eine algebraische Beziehung

$$y_2 = \omega\left(x, y_1, y'_1 \ldots y_1^{(m-1)}\right)$$

besteht, diese erhalten bleibt, wenn für y_1 ein willkührliches anderes und für y_2 ein passendes anderes Integral derselben Differentialgleichung substituirt wird, ergiebt sich in bekannter Bezeichnung iterirter Functionen das folgende Theorem:

Wenn für eine algebraische Differentialgleichung ein Integral eine algebraische Function ω eines anderen Integrales η_1, dessen Ableitungen und der unabhängigen Variabeln ist, so lassen sich die unendlich vielen Integrale der Differentialgleichung in Gruppen von der Form ordnen

$$(A)\ \ldots \left\{\begin{array}{l} \eta_1, \omega(x, \eta_1, \eta'_1, \ldots), \omega^2(x, \eta_1, \eta'_1, \ldots), \ldots. \\ \eta_2, \omega(x, \eta_2, \eta'_2, \ldots), \omega^2(x, \eta_2, \eta'_2, \ldots), \ldots \\ \eta_3, \omega(x, \eta_3, \eta'_3, \ldots), \omega^2(x, \eta_3, \eta'_3, \ldots), \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{array}\right.$$

die im Allgemeinen unendlich viele Elemente enthalten werden; ist die Differentialgleichung irreductibel, so werden die Gruppen entweder die Form (A) haben, oder, wenn die Anzahl der Elemente **einer** Gruppe eine endliche ist die Gestalt

$$\eta_1, \omega(x, \eta_1, \eta'_1, \ldots), \omega^2(x, \eta_1, \eta'_1, \ldots), \ldots \omega\delta^{-1}(x, \eta_1, \eta'_1, \ldots)$$
$$\text{worin } \omega\delta(x, \eta_1, \eta'_1, \ldots) = \eta_1$$
$$\eta_2, \omega(x, \eta_2, \eta'_2, \ldots), \omega^2(x, \eta_2, \eta'_2, \ldots), \ldots \omega\delta^{-1}(x, \eta_2, \eta'_2, \ldots)$$
$$\text{worin } \omega\delta(x, \eta_2, \eta'_2, \ldots) = \eta_2$$
$$\eta_3, \omega(x, \eta_3, \eta'_3, \ldots), \omega^2(x, \eta_3, \eta'_3, \ldots), \ldots \omega\delta^{-1}(x, \eta_3, \eta'_3, \ldots)$$
$$\text{worin } \omega\delta(x, \eta_3, \eta'_3, \ldots) = \eta_3$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

wobei jede Gruppe gleich viel und unter einander verschiedene Elemente enthält, und die Anzahl der Gruppen selbst unendlich gross ist

Daraus wird gefolgert,

dass für eine homogene lineare irreductible Differentialgleichung m^{ter} Ordnung, von welcher ein Integral eine algebraische Function eines anderen und dessen Ableitungen ist, sich die Integrale derart in eine endliche Anzahl von Gruppen

$$\eta_1, \omega(x, \eta_1, \eta'_1, ..), ... \omega^{\lambda-1}(x, \eta_1, \eta'_1, ...)$$
$$\eta_2, \omega(x, \eta_2, \eta'_2, ..). .... \omega^{\lambda-1}(x, \eta_2, \eta'_2, ...)$$
$$. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$
$$\eta\delta, \omega(x, \eta\delta, \eta'\delta, ..), ... \omega^{\lambda-1}(x, \eta\delta, \eta'\delta, ...)$$

vertheilen lassen, dass $\delta < m$, die Elemente einer Gruppe linear von einander unabhängig sind und eine höhere Iterirung als die $\lambda - 1^{te}$ nur eine lineare Function der Elemente derselben Gruppe liefert.

Diese Sätze werden auf einige spezielle Fälle angewandt, und die Sätze von Abel über die algebraische Auflösbarkeit von Gleichungen in Analogie gebracht mit der Zurückführbarkeit der linearen homogenen Differentialgleichungen auf solche der Fuchs'schen Klasse.[1])

Ich gehe sodann dazu über, die oben aufgeworfene Frage ganz allgemein anzugreifen. Zunächst wird der folgende Satz bewiesen, welcher der ganzen weiteren Untersuchung zu Grunde gelegt wird:

Wenn für eine lineare homogene Differentialgleichung dritter Ordnung, in welcher der Coefficient der zweiten Ableitung Null ist, eine algebraische Beziehung zwischen drei Fundamentalintegralen derselben und deren Ableitungen besteht, so existirt ausser derjenigen,

1) Vergl. eine demnächst in den mathematischen Annalen erscheinende Arbeit.

welche stets die Determinante eines Fundamentalsystems einer Constanten gleich macht, immer noch eine von diesen beiden unabhängige algebraische Relation zwischen eben diesen Grössen,

und aus diesem lässst sich schliessen,

dass, wenn für eine Differentialgleichung dritter Ordnung der angegebenen Art eine solche algebraische Beziehung besteht, nothwendig auch für die mit Hülfe eines dieser Integrale abgeleitete lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung (in der Normalform) eine algebraische Relation existirt zwischen zwei Fundamentalintegralen und deren Ableitungen mit Adjungirung jenes einen zu Hülfe genommenen Integrales und dessen Ableitungen;

die Eigenschaft dieser letzteren Beziehung, wenn nur drei Fundamentalintegrale der Differentialgleichung dritter Ordnung algebraisch homogen unter einander verbunden sind, ist leicht festzustellen.

Es bleibt nun die Frage zu erörtern, unter welchen Bedingungen für die lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung (in der Normalform) eine Beziehung der angegebenen Art stattfinden kann und wenn nicht — eine eingehende Untersuchung lässt erkennen,

dass, wenn $y_1, y_2, \ldots$ Integrale algebraischer Differentialgleichungen beliebiger Ordnung bedeuten, für eine lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung in der Normalform mit algebraisch aus der unabhängigen Variabeln, den Integralen $y_1, y_2, \ldots$ und deren Ableitungen zusammengesetzten Coefficienten **nie** auch mit Zuziehung der eben bezeichneten Grössen ein algebraischer Zusammenhang zwischen zwei Fun-

damentalintegralen und deren Ableitungen stattfinden kann, wenn die Differentialgleichung eine mit Adjungirung jener Grössen irreductible ist,
und die Verbindung mit dem oben ausgesprochenen Theorem liefert den Satz,

dass für eine lineare homogene Differentialgleichung dritter Ordnung in der Normalfom nur dann eine algebraische Beziehung zwischen drei Fundamentalintegralen derselben und deren Ableitungen bestehen kann, wenn die mit Hülfe eines dieser Integrale abgeleitete lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung (in der Normalform) eine mit Adjungirung jenes Integrales und dessen Ableitungen reductible ist.[1])

Da sich aber auch die Umkehrung dieses Satzes leicht erweisen liess, so ergab sich der folgende Satz:

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung in der Normalform ausser der Determinantenbeziehung noch eine algebraische Relation zwischen der unabhängigen Variabeln, drei Fundamentalintegralen und deren Ableitungen besteht, ist die, dass die mit Hülfe eines dieser Integrale abgeleitete lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung in der Normalform mit Adjungirung dieses Integrales und dessen Ableitungen reductibel ist — und die gesuchten Relationen sind bekannt, wenn man die algebraischen Differentialgleichungen erster Ordnung aufstellen kann, denen die Integrale jener Differentialgleichung zweiter Ordnung genügen.

1) Die Irreductibilität einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung zieht auch stets die Irreductibilität der auf die Normalform gebrachten Differentialgleichung derselben Ordnung nach sich.

Mit Hülfe aller dieser Sätze lässt sich nun aber auch für lineare Differentialgleichungen dritter Ordnung, die nicht in der Normalform gegeben sind, das nachfolgende Theorem herleiten:

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung eine algebraische Relation zwischen der unabhängigen Variabeln, drei Fundamentalintegralen und deren Ableitungen besteht, ist die, dass die mit Hülfe einer dieser Integrale abgeleitete lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung in der Normalform mit Adjungirung dieses Integrales, dessen Ableitungen und der Exponentialfunction, deren Exponent durch die Quadratur über den ersten Coefficienten der Differentialgleichung dritter Ordnung dargestellt wird, reductibel ist, — und die gesuchten Relationen sind bekannt, wenn man die Differentialgleichung erster Ordnung aufstellen kann, denen die Integrale jener Differentialgleichung zweiter Ordnung genügen.

Nachdem nun alles auf die Untersuchung der Irreductibilitätsbedingungen einer linearen homogenen Differentialgleichung zweiter Ordnung zurückgeführt worden, untersuchen wir die Eigenschaften einer solchen Differentialgleichung, deren Coefficienten algebraische Functionen von Integralen beliebiger Differentialgleichungen sind und die mit Adjungirung eben dieser Grössen reductibel sein sollen, wobei wir zum Zwecke der Untersuchung die drei Fälle von einander trennen, in denen die Differentialgleichung dadurch reductibel wird, dass sie ein in den adjungirten Grössen algebraisches Integral hat, oder zwei ihrer Integrale in einer mit Adjungirung dieser Grössen algebraischen Beziehung zu einander

stehen oder endlich die Reductibilität statthat, ohne dass die Differentialgleichung eine dieser beiden Eigenschaften besitzt. Ich beschränke mich an dieser Stelle darauf, aus der in meiner Arbeit angestellten ausführlichen Untersuchung nur den Schlusssatz anzuführen:

Wenn eine lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung, deren Coefficienten algebraisch aus der unabhängigen Variabeln, Integralen algebraischer Differentialgleichungen und deren Ableitungen zusammengesetzt sind, **reductibel** ist, so hat dieselbe entweder ein in diesen Grössen algebraisch zusammengesetztes Integral, oder, wenn dies nicht der Fall ist, gibt es entweder zwei und nur zwei particuläre Fundamentalintegrale, welche linearen homogenen Differentialgleichungen erster Ordnung mit gleichartig zusammengesetzten Coefficienten genügen und zwar dann und nur dann, wenn zwei particuläre Integrale der Differentialgleichung zweiter Ordnung in einer mit Adjungirung der bezeichneten Grössen algebraischen Beziehung zu einander stehen, wobei alle anderen Integrale gleichartigen Differentialgleichungen erster Ordnung aber höheren Grades genügen, oder es leisten, wenn eine solche algebraische Beziehung ausgeschlossen ist, sämmtliche Integrale der Differentialgleichung zweiter Ordnung linearen homogenen Differentialgleichungen erster Ordnung Genüge,

und zu gleicher Zeit folgt

als nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass die Differentialgleichung

$$z'' = \varphi(x, y_1, y'_1, .. y_2, y_2', \ldots) . z$$

reductibel ist, die, dass die Differentialgleichung erster Ordnung

$$t' = t^2 - \varphi(x, y_1, y_1', \ldots y_2, y_2', \ldots)$$

ein algebraisches Integral besitzt, und zwar hat die Differentialgleichung zweiter Ordnung ein und nur ein algebraisches Integral, wenn die Differentialgleichung erster Ordnung nur ein algebraisches Integral besitzt, und es stehen zwei Fundamentalintegrale in algebraischer Beziehung zu einander, wenn die letztere Differentialgleichung durch zwei und nur zwei algebraische Integrale befriedigt wird, während für den Fall, dass die Differentialgleichung erster Ordnung nur algebraische Integrale besitzt, Reductibilität der Differentialgleichung zweiter Ordnung ohne Existenz algebraischer Beziehungen zwischen den Integralen selbst stattfindet.

Werden nun die oben für die Differentialgleichung dritter Ordnung ausgesprochenen Sätze mit den eben gefundenen zusammengestellt, so erhalten wir das folgende Theorem:

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung eine algebraische Relation zwischen der unabhängigen Variabeln, drei Fundamentalintegralen und deren Ableitungen besteht, ist die, dass die mit Hülfe eines dieser Integrale abgeleitete lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung entweder ein mit Adjungirung dieses Integrales, dessen Ableitungen und der Exponentialfunction, deren Exponent durch die Quadratur über den ersten Coefficienten der Differentialgleichung dritter Ordnung dargestellt wird, algebraisches Integral besitzt, oder dass zwei und nur zwei Fundamentalintegrale derselben mit Adjun-

girung jener Grössen gleichartigen linearen homogenen Differentialgleichungen erster Ordnung genügen, oder dass endlich alle ihre Integrale Differentialgleichungen der letztgenannten Art angehören.

Nachdem nun die Bedingungen gefunden, unter denen für eine lineare Differentialgleichung dritter Ordnung eine algebraische Beziehung zwischen ihren Fundamentalintegralen und deren Ableitungen stattfindet, lässt sich auch mit Hülfe der oben für die reductibeln Differentialgleichungen zweiter Ordnung aufgestellten Sätze die Form derselben angeben, und wir finden,

dass, wenn die reducirte Differentialgleichung zweiter Ordnung der irreductibeln Differentialgleichung dritter Ordnung dadurch reductibel wird, dass sie ein mit Adjungirung eines Integrales der letzteren Differentialgleichung und dessen Ableitungen algebraisches Integral besitzt, die Ableitungen dreier Fundamentalintegrale sich als algebraische Functionen eben dieser drei Integrale oder die zu einem Integrale gehörigen Fundamentalintegrale sich durch dieses Integral und dessen Ableitungen algebraisch ausdrücken lassen, während in allen anderen Fällen die Relationen die Form haben

$$y_1 y_2'' - y_2 y_1'' = F_1\left(x, \frac{y_1'}{y_1}, \frac{y_1''}{y_1}\right)\left(y_1 y_2' - y_2 y_1'\right)$$

und

$$y_1 y_3'' - y_3 y_1'' = F_2\left(x, \frac{y_1'}{y_1}, \frac{y_1''}{y_1}\right)\left(y_1 y_3' - y_3 y_1'\right)$$

worin y_1, y_2, y_3, die drei Fundamentalintegrale der Differentialgleichung dritter Ordnung und F_1, F_2 algebraische Functionen bedeuten.

Sitzung vom 3. Dezember 1887.

1. Herr C. M. v. BAUERNFEIND hielt einen Vortrag über die „Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion“ (3. Mittheilung). Die Abhandlung ist für die Denkschriften bestimmt.

2. Herr W. v. GÜMBEL berichtet über eine von dem auswärtigen Mitgliede, Herrn F. v. SANDBERGER in Würzburg eingeschickte Abhandlung: „über die ältesten Ablagerungen im südöstlichen Theile des böhmischen Silurbeckens und deren Verhältniss zu dem anstossenden Granit.“.

3. Herr N. RÜDINGER reicht eine Untersuchung: „über die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres“ ein.

4. Herr G. BAUER legt eine ihm von dem correspondirenden Mitgliede, Herrn GORDAN in Erlangen eingesandte Mittheilung: „über die Bildung der Discriminante einer tertiären Form“ vor.

Ueber die ältesten Ablagerungen im südöstlichen Theile des böhmischen Silurbeckens und deren Verhältniss zu dem anstossenden Granit.

Von F. von Sandberger.

(Eingelaufen 3. Dezember.)

Die Studien über Erzgänge, mit welchen ich mich seit 11 Jahren beschäftige und deren Hauptresultate ich als allgemein bekannt voraussetzen darf, hatten auch die Aufmerksamkeit der österreichischen Regierung auf sich gezogen und dieselbe zu dem Wunsche veranlasst, die überaus reichen

Gänge von Přibram in Böhmen in derselben Weise untersuchen zu lassen, wie es von mir bei solchen des Schwarzwaldes, rheinischen Schiefergebirges und Erzgebirges geschehen war.

Ich wurde daher unter dem 12. Januar 1885 von dem k. k. Ackerbau-Minister, Herrn Grafen Falkemhayn, zu dessen Geschäftskreis der k. k. Staats-Bergbau gehört, ersucht, meine Arbeiten über die Přibramer Gänge mit möglichst vollständigem Materiale weiter fortzusetzen. Zu diesem Zwecke begab ich mich gegen Ostern 1886 an Ort und Stelle und wurden dort von einer aus einem Ministerial-Beamten und einem der k. k. geologischen Reichsanstalt, solchen des Werks und mir bestehenden Commission diejenigen Punkte in den Gruben und über Tag bezeichnet, von welchen Proben untersucht werden sollten. Nachdem jetzt über dreissig geprüft worden sind, wird das Gesammt-Resultat von dem k. k. Ministerium in dem Jahrbuche der österreichisch-ungarischen Berg-Academien für 1887 veröffentlicht werden und dessen viertes Heft bilden. Damit ist der nächste Zweck, nämlich die Beantwortung der Frage, ob die Elemente der auf den Přibramer Gängen auftretenden Gangarten und Erze in den ihre Nebengesteine bildenden Silicaten enthalten seien, vollkommen erreicht und diese in bejahendem Sinne ausgefallen. Allein ich hatte im Verlaufe der Arbeit viele in anderer Beziehung interessante Beobachtungen anzustellen Gelegenheit gehabt, so dass ich nicht umhin konnte, dieselben weiter fortzuführen, um wo möglich zu einem klaren Bilde der tiefsten Niveaux des böhmischen Silurs zu gelangen.

Die von der böhmischen Westbahn bei Zdic abzweigende Rakonitz-Protiviner Staatsbahn folgt dem Litava-Thale aufwärts bis jenseits Přibram und durchschneidet auf diesem Wege einen Theil des Silur-Beckens in der Richtung vom Hangenden in's Liegende. Sie liefert zunächst bis Jinec zahlreiche, zum Theil prachtvolle Aufschlüsse in den Barrande-

schen Etagen D (Trinucleus-Sandsteine und Schiefer) und C (Paradoxiten-Schichten oder Schichten der Primordial-Fauna). Dann dringt sie in das Gebiet der unteren Sandsteine und Conglomerate ein, unter welchen nach einiger Zeit schwarze Thonschiefer hervortreten, die bei Přibram neuerdings von Sandsteinen und Conglomeraten, den sog. Přibramer Grauwacken überlagert erscheinen und erst jenseits der Stadt wieder unter diesen auftauchen und an der Bahn bis zum Rande der mittelböhmischen Granitmasse fortsetzen. Die Přibramer Sandsteine und Conglomerate, in welchen am Birkenberge so zahlreiche Diabas- und Erzgänge aufsetzen, erweisen sich also stets jünger, als die schwarzen Schiefer und füllen die von diesen gebildete Mulde grossentheils aus. Doch befinden sich beide Gesteine nicht überall längs ihrer Berührungslinien in ungestörter Lagerung, vielmehr erscheint diese an der Ostgrenze beider bei Přibram durch eine weit fortsetzende Verwerfungs-Spalte, die sog. Lettenkluft, stark gestört, da die sehr zerrütteten Schiefer an derselben nicht wie sonst nach SO., sondern nach NW., also widersinnig einfallen.

In der Fortsetzung dieser Verwerfung nach SW. tritt plötzlich schon in einer Entfernung von 5 km von dem Rande des mittelböhmischen Granitgebiets bei Jerusalem Granit unweit Kozicin hervor, in dessen Bereiche auch noch andere Eruptiv-Gesteine, namentlich ein schöner Diorit nächst Kozicin getroffen werden. Der Granit wurde in den Grubenbauen des Kozicin-, Kronprinz Rudolf- und Stephan-Schachtes angefahren, doch meist schon in stark verwittertem Zustande. Am Schönsten ist die Berührung mit der Přibramer Grauwacke am Neuen Gange im dritten Laufe des Stephans-Schachtes entblösst, wo ich selbst das Grenzgestein beobachten und Stücke desselben sammmeln konnte. Ebenso stark verändert, wie hier die Grauwacke, zeigen sich die schwarzen Schiefer sowohl an dem eben erwähnten Kozicin-Bohutiner

als an dem südöstlich gegenüber liegenden Theile des grossen mittelböhmischen Granit-Stockes in der Linie von Jerusalem nach Milin und weiter. Ehe jedoch auf diese Veränderungen weiter eingegangen werden kann, erscheint es nothwendig, auf die ursprüngliche Beschaffenheit der Schiefer etwas näher einzugehen. Die unter der Grauwacke im 5. und 18. Laufe des Lillschachtes aufgenommenen Proben dürften hierzu ein sehr gutes Material darbieten. Sie zeichnen sich durch graulichschwarze Färbung aus, welche von massenhaft eingemengtem Anthracit herrührt, zu diesem gesellt sich besonders auf Klüften deutlich erkennbarer metallisch glänzender und abfärbender Graphit. In Folge der gleichmässigen Vertheilung des Kohlenstoffs ist es nicht möglich, durchsichtige Schliffe des Schiefers herszustellen, allein das gepulverte Material lässt unter dem Mikroskope opake Thonsubstanz, dann ausgelaugte und darum farblose Glimmerblättchen, sowie Feldspath- und Quarzkörnchen neben den undurchsichtigen Kohlenstoff-Partikeln deutlich erkennen. Ausserdem aber enthält das aus tiefen Gruben entnommene Gestein stets fertig gebildeten, nur auf chemischem Wege nachweisbaren und in der Regel kobalthaltigen[1]) Braunspath. Versteinerungen sind bis jetzt weder in dem Schiefer selbst noch in den in ihm eingelagerten Hornsteinen und Kieselschiefern entdeckt worden. Auch ein im Gebiete desselben unweit des Strachen-Schachts von Herrn Bergrath Posepny gefundener tief schwarzer oolithischer Kalkstein liess weder bei der von mir vorgenommenen noch auch bei der von Herrn J. G. Bornemann in Eisenach[2]) ausgeführten Untersuchung organische Reste mit pflanzlicher oder thierischer Struktur erkennen. Dennoch liegen Anzeichen vor, welche eine Betheiligung von Organismen an

1) Gibbs in Poggend. Annalen LXXI. S. 564.

2) Jahrbuch d. k. preuss. geol. Landesanstalt f. 1886 Sep.-Abdr. S. 17 f.

der Bildung dieser Gesteine ungemein wahrscheinlich machen. Der Kohlenstoff ist nämlich keineswegs nur in Form von Anthracit und Graphit, sondern auch in anderen Verbindungen in denselben enthalten, welche wohl nur als Producte allmählicher Zersetzung organischer Körper angesehen werden können. Ich wurde auf diese Substanzen zuerst aufmerksam, als ich aus dem Adalbert-Schachte entnommenen Schiefer mit destillirtem Wasser ausgezogen hatte und zu der Lösung Silbernitrat hinzusetzte, um auf Chlor zu prüfen. Je concentrirter der wässerige Auszug war, desto rascher bräunte er sich und zwar ebensowohl, wenn Aetz-Ammoniak zur Verhinderung des Ausfallens von Chlorsilber zugesetzt worden war, als wenn dieser Zusatz unterlassen wurde. Die Fällung bestand aus metallischem Silber in pulverigem Zustande, welchem leicht die Farbe und der Glanz des gediegenen Metalls verliehen werden konnte. Dieses Verhalten des wässerigen Auszugs liess vermuthen, dass in demselben eine organische Säure enthalten sei, was denn auch durch Versuche des Herrn Professors Emil Fischer bestätigt wurde, derselbe konnte aber weiter nur constatiren, dass die Säure sich nicht mit Wasserdämpfen verflüchtige und dass sie stickstofffrei sei. Dieselbe in genügender Menge rein zu erhalten ist einstweilen noch nicht gelungen und man kann daher nur vermuthen, dass es sich um eine der Ameisensäure verwandte Säure handeln werde. Natürlich habe ich mich dann auch veranlasst gesehen, Proben des Schiefers mit Alkohol und Aether auszuziehen. Mit ersterem wurde kein Resultat erzielt, der Aether aber liess nach dem Verdunsten sehr kleine farblose Krystalle von Kohlenwasserstoffen in zweierlei Formen zurück, welche ebenfalls noch weiter zu untersuchen sind. Dass ausserdem indess auch stickstoffhaltige Substanzen in den Schiefern enthalten sind, geht aus dem Verhalten derselben im Glührohre unzweifelhaft hervor, da sich neben bituminösen (Theer-)Dämpfen auch stark alkalisch reagirende

von kohlensaurem Ammoniak oder bei Einsprengung von feinvertheilten Schwefel-Metallen von Schwefel-Ammonium entwickeln. Diese Reaktionen zeigen sich aber nicht bloss bei aus tiefen Gruben genommenen schwarzen Schiefern, sondern auch an den Sandsteinen der Přibramer Grauwacken, selbst an solchen, welche über Tag anstehen, z. B. in der Nähe des Segengottes-Schachtes, wenn sie nur nicht schon gar zu sehr verwittert sind. Ich vermag diese Beobachtungen nur so zu deuten, dass die bisher azoisch genannte Etage B und die nur aus umgewandelten Gesteinen derselben Schiefer bestehende A Barrandes in der That unter Mitwirkung faulender organischer Körper entstanden sein müssen, von denen sich trotz der ungeheuer langen Zeit in Folge des Abschlusses der Luft Produkte mehrerer Stadien der Zersetzung erhalten haben. Es läge am Nächsten anzunehmen, dass diese verfaulten Körper Algen gewesen seien, um so mehr als die schwarzen Schiefer beträchtliche Mengen von Phosphorsäure enthalten, welche bekanntlich auch in meerischen Algen stark vertreten ist. Doch ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass auch nackthäutige Thiere in jenem Urschlamm ihren Untergang gefunden und denselben mit ihren Bestandtheilen angereichert haben können. An Algen denke ich besonders deshalb, weil in Schweden unter jenen der Primordial-Fauna auch noch Ablagerungen folgen, welche Angelin als Regio Fucoidarum bezeichnet und in denen Algen und eine Lingula vorkommen, wie ich mich an von Herrn Professor Lundgren in Lund erhaltenen Stücken selbst überzeugen konnte.

Nun gibt es ja freilich in Schweden auch bituminöse Gneisse,[1]) welche einen tief schwarzen, äusserlich asphaltähnlichen Körper in beträchtlicher Menge (8—9 proc.) enthalten, der aus 88,74 Kohlenstoff, 5,46 Wasserstoff, 5,13 Sauerstoff und 0,67 Stickstoff besteht und gleichfalls neben Theer

1) Igelström och Nordenskiöld Vetensk. Acad. Handlingar 1867.

und Gasen beim Glühen auch kohlensaures Ammoniak entwickelt. Allein die von Herrn von Nordenskiöld gütigst mitgetheilten Stücke liessen im wässerigen Auszuge keine Silbernitrat bräunende Säure bemerken und auch Kohlenwasserstoffe liessen sich mit Aether nicht daraus gewinnen, die bituminöse Substanz derselben ist daher wesentlich von jener der ältesten Silur-Schichten verschieden. Auch deutet kein Merkmal darauf hin, dass die Gesteine von Nullaberg etwa zu einer Gneiss ähnlichen Felsart metamorphosirte Sediment-Massen sein könnten, wie die Conglomerate von Mittweida u. a. O.

Ausser den bereits früher genannten Bestandtheilen der schwarzen Schiefer treten in denselben auch hin und wieder fertig gebildete Schwefelmetalle auf, in denen sich die nämlichen Elemente wieder finden, wie in den Silicaten derselben, nämlich Antimon, Arsen, Blei, Kupfer, Kobalt, Nickel und Silber. Die Menge des letzteren bestimmte Herr Haupt-Probirer Mann in den Schiefern vom 5. Laufe des Lillschachts in 97 m Entfernung von dem Kreuze des oberen Schwarzgrübner Ganges zu 0,00035, in jenen vom 18. Laufe desselben Schachtes 102 m vom Füllorte entfernt dagegen zu 0,0006 proc.

In der Nähe der Lettenkluft haben die Schiefer, wie schon früher angedeutet, starke Zerrüttungen erfahren. Dieselben wurden hier offenbar stellenweise vollständig zerrieben und dann wieder zusammengepresst, wie es bei der starken Reibung der Wände der Kluft nicht wohl anders sein konnte. Für die Stärke derselben zeugen zahllose spiegelglatte und gefurchte Rutschflächen. Diese Massen sind nun besonders am Adalbert- und Eusebi-Gange reich an organischer Substanz und auch an Silber, welches zum Theil schon fertig gebildeten Schwefelmetallen angehört. Herr Haupt-Probirer Mann wies in einem an letzteren recht armen Schiefer vom 28. Laufe des Adalbert-Schachtes 0,0020 proc. Silber nach.

Ganz so wie die eben geschilderten Reibungs-Produkte

an der Přibramer Lettenkluft verhalten sich, beiläufig bemerkt, auch die sogenannten „schwarzen Gangthonschiefer" aus verschiedenen Gegenden, welche der zu früh verstorbene von Groddeck[1]) in einer seiner letzten Abhandlungen besprochen hat. Er hat, was als sehr verdienstlich gerühmt werden muss, auch quantitative Analysen von solchen machen lassen. Allein in denselben sind, wie gewöhnlich nur die in grösserer Menge vorhandenen Körper berücksichtigt, wozu auch der Kohlenstoff gehört. Ich habe daher für nützlich gehalten, für solche Schiefer von Clausthal weitere, wenngleich nur qualitative Versuche anzustellen, welche die Uebereinstimmung jener Reibungs-Producte mit den zu Přibram beobachteten zur Evidenz ergaben. Einer meiner früheren Schüler, Herr Dr. A. Wollemann aus Braunschweig, z. Z. Assistent in Bonn, hatte die Gefälligkeit, eine Kiste voll des schwarzen Gangthonschiefers auf der Grube Neuer Thurm-Rosenhof unweit Clausthal für mich aufzusammeln. Ich konnte daher über reichliches Material verfügen. Die Resultate meiner Untersuchung sind die folgenden:

Im Glührohre erhält man dieselben, zuerst rein bituminösen, dann immer stärker mit Schwefelammonium gemischten Dämpfe, wie aus den Přibramer Schiefern, der wässerige Auszug enthält auch die gleiche, Silbernitrat reducirende Säure, nur liefert der Aether-Auszug keine gut krystallisirenden Kohlenwasserstoffe.[2]) Heisse Essigsäure zieht aus dem Pulver unter Kohlensäure-Entwickelung die Bestandtheile des Braunspaths (Ca, Mg, Fe), sowie phosphorsauren Kalk und etwas Zink aus, welches wohl als Zinkblende vorhanden war, da sich auch ein wenig Schwefelwasserstoff bemerklich gemacht hat. Heisse Salzsäure löste ferner Kupfer, Antimon und Blei, sowie etwas Zink, Arsen und sehr wenig

1) Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt für 1886.

2) Sommerlad's Analyse gibt als Gesammtmenge des Kohlenstoffs 1,10 proc. an.

Kobalt unter stärkerer Entwickelung von Schwefelwasserstoff, es sind das die Bestandtheile von Fahlerz, Bleiglanz und Blende. Endlich zersetzt Flusssäure den ganzen aus Silicaten bestehenden Rest unter Zurücklassung schwarzer anthracitischer Flocken. Es geht dabei nochmals Blei und Zink nebst etwas Kupfer, Antimon und Arsen in Lösung. Den Gesammtsilber-Gehalt hatte auch diesmal Herr Haupt-Probirer Mann zu bestimmen die Güte, er belief sich auf 0,0005 proc. Eine grössere Uebereinstimmung zweier sog. Gangthonschiefer aus so weit entfernten Gegenden und verschiedenen geologischen Formationen war wohl kaum zu erwarten. Soviel zur Vergleichung der Clausthaler mit den Přibramer Gangthonschiefern.

Abgesehen von den längs der Lettenkluft eingetretenen Störungen sind die Sandsteine und Conglomerate der Přibramer Grauwacke den schwarzen Schiefern ganz regelmässig aufgelagert und gehören daher mit diesen zu der gleichen Schichtengruppe. Diese umfasst aber nicht auch noch die Paradoxiten-Bänke von Jinec, da diese die letzteren mit abweichender Schichtenstellung bedecken. Ob diese abweichende Lagerung im ganzen böhmischen Silur-Becken stattfindet oder nur bei localen Hebungen eingetreten ist, scheint zur Zeit noch nicht festzustehen. Bei Skrey liegen Conglomerate, in welchen eine mit Orthis Romingeri Barr. scheinbar identische Art vorkommt, unter, aber concordant mit den Paradoxiten-Schichten,[1]) ob sie aber den Přibramer Conglomeraten gleichzustellen sind, ist so lange zweifelhaft, als aus diesen gar keine Versteinerungen bekannt sind.

Verschiedene grössere Verwerfungen, welche in dem eben citirten Werke näher geschildert werden, haben nun

1) Krejci und Feistmantel Orographisch-Geotektonische Uebersicht des silurischen Gebietes im mittleren Böhmen. Archiv für naturw. Landesdurchforschung von Böhmen Bd. V, Nr. 5, 1885 S. 7 f.

das Gebiet der schwarzen Schiefer und unteren Grauwacken in eine Anzahl kleinerer Schollen zerspalten, von welchen ich aber nur die bei Přibram auftretenden näher kennen zu lernen Gelegenheit hatte. Es scheinen diess jedenfalls auch die interessantesten zu sein. Ueber die Herkunft des zu ihrer Bildung verwandten Trümmermaterials erhält man die beste Aufklärung durch die Untersuchung der in den Conglomeraten enthaltenen Gerölle. Diese werden zuweilen grösser als Wallnüsse und bestehen vorwiegend aus weissem Fettquarze, lichtgrauem bis schwarzgrauem Quarzit, sowie aus Gneiss und Hornblende-Gestein. Der Gneiss stimmte ebenso wie die Quarzite völlig mit den gleichnamigen Felsarten überein, welcher sich im Böhmer Walde von Tabor bis Kuttenberg über weite Flächen erstrecken. Besonders reich an von den Geröllen nicht unterscheidbaren Quarziten ist die Gegend von Cechtic, Pilgram und Patzau[1]), gangförmige weisse Fettquarz-Adern sind im ganzen Gneiss-Gebiete häufig. Der aus Gneissgeröllen isolirte Glimmer stimmte völlig mit jenem überein, den ich aus dem Gneisse von Ratieborzic und anderen Orten des Kuttenberg-Taborer Zuges gewonnen hatte und enthielt wie dieser Antimon, Blei und Zink nebst etwas Arsen, Kupfer, Kobalt und Silber. Auf den Schichtuugsflächen der Sandsteine, seltener auch der schwarzen Schiefer bedecken Blättchen desselben Glimmers, meist schon stark ausgelaugt, aber zuweilen, wie in dem Querschlage des 44 m tiefen Versuchs-Schachtes bei Neuwirthshaus doch auch in voller Frische und tiefbrauner Farbe erhalten, beträchtliche Flächenräume. Zudem ergab die Untersuchung der Schlämmreste in allen Sandsteinen reichlich mikroskopischen Zirkon, Apatit und Rutil, letzteren sogar öfter in denselben herzförmigen Zwillingen, welche in den Schliffen des Gneisses von Ratieborzic so häufig sind. Turmalin-Mikrolithe treten nur vereinzelt auf.

1) Stur Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1858 S. 674.

Diese Thatsachen lassen mich nicht daran zweifeln, dass das Trümmermaterial, welches jetzt die untersten Ablagerungen des böhmischen Silurbeckens bildet, aus dem Gneissgebiete des Böhmer Waldes und nicht aus der Granitregion dieses Gebirges herrührt, auf welcher die Silurschichten scheinbar auflagern. Unzweifelhafte Granitgerölle habe ich in den letzteren nirgends gesehen, es werden auch von Krejci und Feistmantel keine solchen angeführt. Die von letzteren aus der Art der Verbreitung der Conglomerate vermutheten Einschwemmungsrichtungen W-O und SW-NO[1]) deuten ebenfalls auf die Herkunft der Gerölle aus dem Gneissgebiete, da an den betreffenden Rändern des Beckens überhaupt kein Granit bekannt ist.

Dass die Sandsteine ebensowohl wie die schwarzen Schiefer organische Substanzen enthalten, wurde bereits oben angeführt, ganz frei von solchen erweisen sich nur grobkörnige Sandsteine und Conglomerate, welche eine Verkieselung erfahren haben, wie sie ja auch in der Etage D, dann im Unterdevon, Rothliegenden, Buntsandstein u. s. w. bis hoch in das Tertiär hinauf auftritt.

Diese Verkieselung, welche stets auf Infiltration kieselsäurehaltiger Flüssigkeiten von oben zurückzuführen ist, verändert natürlich den Habitus der Gesteine sehr beträchtlich, bewirkt aber keine Neubildungen von Silicaten und Rückbildung in krystallinische Massen, wie das durch eruptive Felsarten geschieht. Das lässt sich in der Gegend von Přibram und zwar in der südlichen (Drkolnow-Bohutiner) Gruben-Abtheilung ganz besonders schön nachweisen.

Bei meiner Befahrung des Erzherzog Stephan-Schachtes im April 1886 waren an dem „Granit-Querschlage" zwischen Sandstein und Granit Gesteine angehauen worden, welche ich sogleich als Hornfels erkannte. Diese Beobachtung liess

1) a. a. O. S. 10.

mich wünschen, mit den sonstigen Verhältnissen der erwähnten Gruben-Abtheilung näher bekannt zu werden. Der damalige trefflich unterrichtete Vorstand derselben, Herr k. k. Oberbergverwalter Hozak auf dem August-Schachte, jetzt zu Joachimsthal, kam meinem Wunsche mit freundlichster Bereitwilligkeit entgegen, wofür ich auch hier meinen herzlichsten Dank wiederhole. Er übergab mir nicht nur eine geologische Detailkarte seines Bezirks im Massstabe 1:14,400 nebst erläuterndem Profile, die Frucht langjähriger Arbeit, sondern auch eine grosse Zahl von Handstücken, deren Fundort auf der Karte bezeichnet war. Nachdem diese Gegenstände durch gütige Vermittelung der k. k. Bergdirection Přibram im Herbst 1886 in meine Hände gelangt waren, konnte ich die Bearbeitung beginnen, deren Resultat die aufgewandte Mühe, wie mir scheint, reichlich gelohnt hat.

Die Mitte der Karte nimmt die direkte Fortsetzung der Přibramer Grauwacke des bekannten Birkenbergs ein. Die westliche Grenze derselben gegen den Granit, welcher südlich vom Kozicin-Schachte die schwarzen Schiefer abgeschnitten hat, fällt so ziemlich mit dem Zuge der am Stephans-, Franz-, Kronprinz Rudolfs- und Segengottes-Schachte vorüberführenden Bezirksstrasse von Rozmital nach Přibram zusammen. Oestlich wird die Grauwacke auf der Linie Vejuc, Zezic, Broder Stollen dagegen von den schwarzgrauen Schiefern begrenzt, welche noch weiter östlich an der grossen Granitmasse der Gegend von Lechetic und Milin abstossen. Die Schichten der Sandsteine fallen im östlichen Theile der von den Schiefern gebildeten Mulde und selbst noch gegen die Mitte derselben bei Tisova deutlich nordwestlich ein. Weiter nach Westen aber wird das Fallen in der Nähe des Stephan- und Franz-Schachts ganz regelmässig südöstlich und ebenso auch an der Rozmital-Přibramer Strasse nördlich von dem Segengottes-Schachte. Allein diese Regelmässigkeit hört in der Nähe des Granits in den Bauen des Stephans- und

Kronprinz Rudolfs-Schachtes vollständig auf, ja das Fallen wird hier, wie auch zuweilen an der Lettenkluft selbst, widersinnig, d. h. nordwestlich.

Im dritten Laufe des Stephans-Schachtes wurde, wie bereits früher bemerkt, nächst dem „Neuen Gange" in 10 m Entfernung von dem Granit ein stark zersetztes Gestein angetroffen, in welchem grosse Klötze einer sehr harten Felsart steckten, welche der Verwitterung entgangen waren und die sich als eine Art Hornfels auswies. Derselbe erschien intensiv schwärzlichgrau gefärbt, von splitterigem Bruch und Quarzhärte. Letztere erklärt sich leicht daraus, dass der grösste Theil des Gesteins aus Quarz besteht, in welchem stellenweise dunkler, oft schon zum grösseren Theil in Chlorit umgewandelter Glimmer sowie Magneteisen-Körnchen in Menge eingestreut sind. In diesem Gemenge erscheinen ausserdem Ausscheidungen von weissem Fettquarz mit strahligblätterigem Kaliglimmer und Krystallen $\left(\frac{\infty R}{2}.\infty P2.R\right)$ von schwarzem Turmalin oder von fleischrothem Orthoklas in grobkörnigem Gemenge mit Quarz und schwarzen länglichen Glimmertafeln. Oligoklas habe ich nicht finden können. Der Granit, welcher zunächst dem Hornfels angefahren wurde, ist aber feinkörnig und führt keinen rothen Orthoklas. Hin und wieder auf Klüftchen des Hornfelses bemerkbarer Eisenkies ist jedenfalls als später infiltrirt anzusehen.

Es handelt sich hier zweifellos um einen Turmalin-Hornfels, welcher, wenn man von den sächsischen und cornwaller Turmalin-Schiefern absieht, nicht gerade zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehört, da er hauptsächlich nur am Harze, z. B. am Hohensteiner Wasser bei Wernigerode neben Granit auftritt. Bemerkenswerth erscheint, dass die in den Sandsteinen der Přibramer Grauwacke sonst niemals fehlende, noch wasserstoff- und stickstoffhaltige organische Substanz in diesem Hornfels nicht mehr nachzuweisen ist,

sondern die dunkelschwarzen Flocken offenbar nur aus Anthracit bestehen. Diess wurde durch die negativen Ergebnisse der Versuche im Glührohre und mit dem wässerigen Auszuge ausser Zweifel gesetzt. Die qualitative Analyse ergab aber alle die Bestandtheile der unveränderten Sandsteine einschliesslich der schweren und edlen Metalle und es scheint daher nur Wasser und Ammoniak ausgetreten und kein neuer Bestandtheil hinzugekommen zu sein. Zur Erklärung der Neubildung des Turmalins bedarf es hier ebensowenig als sonst einer Zuführung von Borsäure in Form von aus der Tiefe aufsteigenden Dämpfen. Die Glimmer aller Grauwacken der Gegend enthalten Borsäure, wie sich sofort bei Versuchen mit jenen ergab, welche aus in der Nähe des Segengottes-Schachtes, dann in dem Stephans- und Neuwirthshaus-Schachte anstehenden entnommen worden waren. Ich habe auf diese Thatsachen schon öfter aufmerksam gemacht.[1])

Ausser dem eben beschriebenen gibt es aber in der Drkolnov-Bohutiner Gegend noch andere Varietäten von Hornfels, welche weit grössere Flächenräume bedecken. Die schwarzen Schiefer zeigen sich nämlich sowohl an dem nordwestlichen Granitstocke als längs dem Rande des grossen südöstlich vorliegenden mittelböhmischen ebenfalls in Hornfels umgewandelt und zwar um so intensiver, je näher sie dem Eruptiv-Gesteine liegen. In der Regel tritt dann neugebildeter Glimmer immer deutlicher hervor, doch bleibt die Schieferung dabei erhalten. Man darf sich daher nicht wundern, dass der geniale Paläontologe J. Barrande, gewiss einer der besten Kenner von geschichteten Gesteinen, aber mit massigen wohl wenig vertraut, diese schiefrigen Hornfelse für ächte primitiv krystallinisch gebildete Urgebirgs-Schiefer gehalten und ihre Beziehung zu dem Granit nicht geahnt hat.

1) Jahrb. f. Min. 1885. Bd. I S. 171. Untersuchungen über Erzgänge II S. 186 ff.

Sehr auffallend war mir daher, dass die Gesteine aus unmittelbarer Nähe des Granits und bis auf 390 m Abstand von demselben sich als völlig ununterscheidbar von dem Harzer Hornfelse erwiesen, welchen man in Sammlungen gewöhnlich vorfindet und welcher als aus der Nähe des des Rammbergs stammend angegeben wird, wo unterdevonische sog. Wieder Schiefer mit dem dortigen Granit in Berührung stehen. Der hier in Betracht kommende Přibramer Hornfels ist dickschieferig und stark vertikal zerklüftet. Sein Bruch ist fast muschelig, die Härte 6, stellenweise sogar 6,5. Der bräunliche Farbenton ist schon von Hausmann[1]) mit Recht dem grossen Reichthum des Gesteins an tiefbraunem Glimmer zugeschrieben worden, dasselbe verdient vollauf den Namen Glimmer-Hornfels. Die Glimmerblättchen, welche in einer feinkörnigen Quarzmasse massenhaft eingestreut sind, erscheinen in den mikroskopischen Schliffen nicht selten als scharfe ungleichwinkelige (monokline) Sechsecke. Sie besitzen einen sehr beträchtlichen Eisengehalt und der beliebte, aber so häufig falsch angewandte Name „Magnesia-Glimmer" dürfte ihnen wohl um so weniger zukommen, als der Magnesia-Gehalt des gesammten Hornfelses sehr gering ist. Ausser Glimmer liegt nun in der körnigen Quarzmasse noch stark magnetisches undurchsichtiges hexagonales Titaneisen in einzelnen, oft schön ausgebildeten Blättchen, organische Substanz in schwarzen glanzlosen, an den Rändern ausgefransten länglichen Flecken und endlich prächtige strahlige Gruppen von Andalusit-Nadeln, welche leicht durch Form und Verhalten im polarisirten Lichte nachzuweisen sind.

In einer Entfernung von 390 m vom Granite hat die organische Substanz ihren Wasserstoff- und Stickstoffgehalt noch zum grössten Theile behalten, wie die Versuche in der Glührohre und mit der wässerigen Lösung beweisen.

1) Ueber die Bildung des Harzgebirges S. 106.

Auch in dieser Beziehung war der Harzer Hornfels dem böhmischen völlig gleich. Ob aber unmittelbar am Granit nicht dennoch dieselbe Umwandlung zu Anthracit vor sich gegangen ist, wie sie der Turmalin-Hornfels in ganz geringer Entfernung von demselben schon bemerken lässt, kann ich leider nicht entscheiden, da ich kein dicht an dem Eruptiv-Gestein geschlagenes Stück dieses Glimmer-Hornfelses vor mir habe. Die qualitative Analyse ergab in den Hornfelsen sämmtliche früher aus den unveränderten schwarzen Schiefern aufgeführten Elemente einschliesslich des Silbers, welches Herr Haupt-Probirer Mann in einer völlig kiesfreien Probe aus dem Steinbruche in der Nähe der Brod-Lecheticer Bezirksstrasse (390 m vom Granit entfernt) zu 0,001 proc. bestimmte.

Weit weniger stark umgewandelt erweisen sich die Schiefer in grösserer Entfernung vom Granit. Als Beispiel hiefür möge ein in 970 m Abstand vom Granit in einem Feldwege zwischen Brod und dem Heiligen Berge aufgenommenes Gestein dienen. Das Gestein ist zwar auch stark vertikal zerklüftet, doch ist die Schieferung weit weniger alterirt und das Spalten in beträchtlich dünnere Platten ohne Schwierigkeit ausführbar. Die Schichtungsklüfte sind öfter mit grossen Fetzen ganz ausgelaugter und farbloser Glimmerblättchen bedeckt, zuweilen liegt sogar grober Quarzgrus in kleinen Zwischenlagen mit ihnen zusammen. Auch die geringere Härte (4,5) und der starke Thongeruch beim Anhauchen zeigen sofort einen weit geringeren Grad der Veränderung an. Die Betrachtung des mikroskopischen Schliffes führte zu demselben Resultate. Neben reichlicher opaker Thonmasse und Blättchen von entfärbtem Glimmer tritt auch bereits ausgebildeter brauner Glimmer in sehr kleinen und nicht scharf begrenzten Schuppen auf, welche sich zu Häufchen ansammeln, auch winzig kleine Andalusit-Nadeln lassen sich mit voller Sicherheit nachweisen, aber kein Magnet-

oder Titaneisen. Dagegen sind die schwarzen, matten, am Rande ausgefransten Flecken von organischer Substanz zahlreicher und grösser als in den typischen Hornfelsen.

Die Versuche in der Glührohre und mit dem wässerigen Auszuge liessen nur wenig Unterschied gegenüber den unveränderten Schiefern erkennen. Auch die qualitative Analyse wies wieder dieselben Elemente nach wie in diesen und dem Glimmer-Hornfels und die Silber-Bestimmung des Herrn Mann ergab 0,001 proc. wie bei der vorhin besprochenen Varietät des letzteren.

Man ersieht aus diesen Thatsachen mit grösster Bestimmtheit, dass zwar auch der schon 970 m vom Granit entfernte Schiefer noch von diesem beeinflusst worden ist, was ja mit den Erfahrungen in anderen Gegenden vollständig im Einklange steht, aber doch in sehr geringem Grade.

Ob als mittleres Stadium dieser Veränderung bei Přibram auch Fleckschiefer vorkommen oder nicht, vermag ich nicht zu sagen, unter den mir zugegangenen Gesteins-Proben befindet sich keiner. Dass die an vielen Stellen der Gegend von Přibram und auch in der Drkolnov-Bohutiner Gegend auftretenden Gänge von Diabas, Diorit, Kersantit und Augit-Minette[1]) die Veränderungen der Přibramer Grauwacke und der schwarzen Schiefer nicht bewirkt haben, geht daraus hervor, dass dieselben gänzlich an die Nähe des Granits gebunden, an den zahllosen Contaktstellen der geschichteten Gesteine mit den zuerst erwähnten Felsarten aber nicht warzunehmen sind.[2])

Ganz anders als der seither besprochene Südostrand

1) Vrba Tschermak's Mineralog. u. petrogr. Mittheilungen 1877 S. 223 ff.

2) Neuerdings sind zwar auch in der Nähe von Diabasen Andalusit führende Gesteine bei Weilburg von G. Greim nachgewiesen worden (Jahrb. f. Min. 1888 Bd. I S. 22 ff.), doch steht diese Beobachtung einstweilen noch vereinzelt da.

ist der Nordwestrand des böhmischen Silurbeckens beschaffen, er besteht in der That aus ächten krystallinischen Schiefern, wie Gneiss, Glimmerschiefer und Phyllit, welche sich in unverändertem Zustande befinden und von Brandeis an der Elbe bis in den nördlichen Theil des Pilsener Kreises hinüberreichen.

Es wird nun noch nöthig sein, einige Bemerkungen über die mineralogische Zusammensetzung und andere Verhältnisse der Přibramer Granite hinzuzufügen.

In dem nordwestlichen oder Kozicin-Bohutiner Stocke herrschen unter Tag lichtgraue mittel- oder feinkörnige Varietäten vor, welche Glimmer und Oligoklas in verhältnissmässig geringer Menge enthalten und denen Hornblende gänzlich fehlt. Es ist daher auch nicht wahrscheinlich, dass ein schöner mittelkörniger, auch etwas Glimmer führender Diorit, welcher in mehreren grossen Felsblöcken im Granit-Gebiete nächst dem Kozicin-Schachte scheinbar anstehend vorkommt, nur eine Ausscheidung aus dem Granit darstellt.

Die von mir untersuchten Stücke aus dem südöstlichen Granitgebiete zwischen dem Dorfe Jerusalem und dem Städtchen Milin erscheinen meist ziemlich grobkörnig. Weisser Oligoklas ist in ihnen neben röthlichem Orthoklase sehr reichlich vertreten, auch der schwarze Glimmer tritt in grösserer Menge, als in den Gesteinen des Nordwest-Stockes auf. Derselbe wurde qualitativ analysirt, was um so leichter war, als er nach eintägigem Kochen von Salzsäure völlig zersetzt wird. Er enthält Antimon und Arsen in sehr geringer, Blei, Kupfer und Kobalt in etwas grösserer Menge, sehr reichlich ausserdem Eisen und auch Mangan, dann Kali vorwiegend über Magnesia und k e i n Lithion.

Dass er auch Silber enthält, geht aus einer Silberbestimmung hervor, welche Herr Mann mit 100 g des kiesfreien Gesteins-Pulvers vornahm und welche 0,00075 proc. ergab, während feinkörniger glimmerarmer Granit aus dem

Kronprinz Rudolf-Schachte nur 0,0002 proc. ergeben hatte. Magneteisen tritt auch vereinzelt auf und bei Milin werden auch Hornblende-Krystalle (Amphibolus ferrosus Breith.) häufiger. Am Merkwürdigsten erscheint aber das häufige Auftreten von länglichen Ausscheidungen eines sehr feinkörnigen Gemenges von sehr kleinschuppigem Glimmer mit Oligoklaskryställchen, in welchen grössere Krystalle des letzteren Minerals perphyrartig eingemengt erscheinen. Trotz der tief schwarzgrünen Farbe ist doch Magneteisen in diesem Gemenge nirgends aufzufinden. Grössere Ausscheidungen machen fast den Eindruck gangförmiger Verzweigungen eines glimmerreichen Eruptiv-Gesteins im Granit, da sie aber überall ohne scharfe Grenze in diesen verlaufen und keinerlei Veränderung an dieser zu bemerken ist, so darf man sie wohl nur für basische Ausscheidungen ansehen, die ja in so vielen Granitgebieten, z. B. Schwarzwald, Vogesen und Fichtelgebirge häufig sind. Die von Grimm[1]) im Granitgebiete angeführten Diorite, welche in h 8—10 streichen und also um 4 Stunden von dem Streichen der Diabas-Gänge im Silurgebiete abweichen, habe ich leider nicht näher kennen zu lernen Gelegenheit gehabt, wohl aber einige andere im Granit-Terrain aufsetzende Felsarten. Die interessanteste ist ein Diallage-Enstatit-Gestein, welches bei Milin vorkommt. Dasselbe besteht aus dunkelgrünem chromhaltigem, ziemlich grossblätterigem Diallage, in welchem zahlreiche, häufig schon in Serpentin umgewandelte Körner von farblosem oder gelblichem Chrysolith[2]) eingewachsen sind, gemengt mit blätterigem lichtbraunem Enstatit. Auch Picotitkörner fehlen nicht. Auf Klüften tritt ein farbloses bis weisses Magnesiasilicat

1) Jahrb. d. k. k. Montan-Lehranstalten 1866 S. 231 ff.

2) Der Chrysolith enthält ausser Magnesia und Eisenoxydul auch verhältnissmässig viel Nickel, Kobalt und Kalk und verhält sich also wie die Kalk-Olivine aus Palaeopikriten und Pikriten, welche meist irrthümlich für typische Chrysolithe gehalten werden.

(Kerolith?) in geringer Menge und auf Haarrissen chromhaltiges Magneteisen auf, welches sich aber erst mittelst Magnetstab und Mikroskop deutlich erkennen lässt. Irgend ein Mineral der Feldspath-Gruppe an den übersandten Stücken nachzuweisen gelang nicht. Es erinnert dieses schöne Gestein lebhaft an gewisse Felsarten von Windisch-Matrey und Heiligenblut in Kärnthen und von Todtmoos im Schwarzwald, entfernter auch an eine wenig Plagioklas enthaltende von Schriesheim im Odenwald.

Ein zweites aus dem Granitgebiete eingesandtes Gestein ist Quarzporphyrit von zwei nicht weit von einander entfernten Fundorten. Der eine rührt aus dem 60 m unterhalb der Přibram-Miliner Bezirksstrasse betriebenen Granitbruche her, ist lichtgrau, feinkörnig und von splitterigem Bruch. Er besteht der Hauptsache nach aus mikroskopischen Oligoklas-Partikeln, welchen wenig Orthoklas, Quarz und schwarzbraune Glimmerblättchen eingemengt sind. Hornblende ist noch seltener. Ausserdem sind Magnetkies und Eisenkies, letzterer besonders um und in den Glimmerblättchen ausgeschieden[1]), ziemlich reichlich vorhanden. In noch grösserer Menge erscheinen die Kiese in dem ebenso zusammengesetzten, aber grobkörnigeren Gesteine, welches 72 m südlich von dem ersten ebenfalls in der Nähe der erwähnten Bezirksstrasse aufgesammelt wurde. Der reichlicher vorhandene Glimmer ist hier fast ganz in Chlorit umgewandelt und gleichzeitig hat sich auch mikroskopisches Magneteisen in der Nähe oder in dessen Schuppen abgeschieden. Man könnte, da Herr Hozak nichts Näheres über die Lagerung der Quarzporphyrite mitgetheilt hat, in Zweifel sein, ob es sich um gangförmige Eindringlinge oder um sauerere Ausscheidungen im Granit handelt. Der Umstand, dass ein sehr ähnlicher Quarzporphyrit in den silurischen Schichten am Erbstollen-

1) Untersuchungen über Erzgänge I. S. 28 f.

Schlage 250 m nördlich vom Stephans-Schachte als zweifelloser Gang vorkommt, sowie dass ebenfalls äusserst ähnliche Varietäten desselben Gesteins den von dem Přibramer nur durch kleineres Korn unterschiedenen Granit des Blauens bei Badenweiler[1]) stockförmig durchsetzen, veranlasst mich, auch die vorhin beschriebenen Přibramer Gesteine bis zu besserer Belehrung als eruptiv anzusehen.

In welcher Periode die Přibramer Granite und die in ihnen aufsetzenden jüngeren Gesteine hervorgetreten sind, lässt sich wohl jetzt noch nicht ermitteln. Man erfährt aus ihren Lagerungsverhältnissen ja nur, dass sie jünger als die ältesten Ablagerungen des böhmischen Silurbeckens sind. Die analogen Badenweilerer Gesteine aber kommen in Menge als Gerölle im dortigen Culm-Conglomerate vor und sind also älter als die unteren Schichten der Steinkohlen-Formation und möglicherweise der devonischen Periode zuzuschreiben.

Als wichtigste Ergebnisse der seither vorgeführten Untersuchung stellen sich folgende Schlüsse dar:

1. Die tiefsten Schichten des böhmischen Silurbeckens sind am Südost-Rande nicht auf Granit, sondern höchst wahrscheinlich auf Gneiss abgelagert, welcher von ersterem durchbrochen und überdeckt worden ist.

2. Das Material, aus welchem die erwähnten Schichten zusammengesetzt sind, besteht aus Trümmern von Gneiss und Quarzit des Böhmer Waldes vom groben Gerölle an bis zu dem feinsten Thon- und Glimmerstaube. Die Ablagerung derselben erfolgte zweifellos unter Mitwirkung faulender organischer Körper (Algen?, nackthäutige Thiere?). Als deren Zersetzungs-Producte haben sich ausser Anthracit auch Kohlenwasserstoffe sowie eine metallische Lösungen reducirende Säure und stickstoffhaltige Verbindungen in dem

1) A. Wollemann Zur Kenntniss der Erzlagerstätte von Badenweiler. Inaug.-Diss. Würzburg 1887 S. 22 ff.

Gesteine erhalten und sind stets leicht nachzuweisen. Die Bezeichnung „azoisch" darf dem entsprechend künftig nur in dem Sinne gebraucht werden, dass noch keine deutlich erhaltenen pflanzlichen oder thierischen Reste in diesen Schichten gefunden worden sind.

3. Da sich in Schweden unter den Schichten mit der sog. Primordial-Fauna noch Sandsteine mit Algen und einer Lingula (Regio Fucoidarum Angelin) vorfinden, so dürfte es einstweilen angemessen erscheinen, die Barrande'schen Etagen B und A mit diesen zu parallelisiren.

4. Der mehr oder weniger ausgeprägte krystallinische Habitus, welchen die schwarzen Schiefer und zum Theil auch die Grauwacken in der Drkolnov-Bohutiner Gruben-Abtheilung angenommen haben, ist lediglich der Einwirkung des Granits zuzuschreiben. Die ersteren wurden durch denselben bis zu 390 m Entfernung in Glimmer-Hornfels, die letzteren in Turmalin-Hornfels umgewandelt. Deutliche Andalusit-nädelchen und neugebildeter schwarzer Glimmer finden sich aber noch in 970 m Entfernung von dem Eruptiv-Gesteine.

5. Die organische Substanz ist nur in solchen Hornfelsen völlig in Anthracit umgewandelt, welche dicht am Granit anstehen, sonst aber in gleicher Form, wie in den unveränderten Schiefern, wenn auch in um so geringerer Menge nachweisbar, je näher die Gesteine dem Granit kommen.

6. Die chemische Zusammensetzung der Silur-Gesteine ist durch die Einwirkung des Granits sonst nur in so weit verändert worden, dass der Wassergehalt in gleichem Verhältnisse mit der Ausscheidung neu gebildeter krystallinischer Mineralien abgenommen hat.

Ueber die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres.

Mit Tafel III. IV. V.

Von N. Rüdinger.

(*Eingelaufen 8. Dezember.*)

Der Ductus endolymphaticus, der Aquaeductus vestibuli der älteren Autoren, zeigt bei Säugethieren und dem Menschen eine bisher übersehene Anordnung, welche in phylogenetischer und physiologischer Beziehung eine besondere Würdigung zu verdienen scheint.

Nachdem die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Rathke, Reissner und insbesondere von Boettcher und Kölliker die morphologische Bedeutung des s. g. Aquaeductus vestibuli als Recessus des häutigen Labyrinthes und dessen Beziehung zu den beiden Vorhofssäckchen festgestellt hatten, beobachteten in neuester Zeit Weber-Liel und Zuckerkandl mit Berücksichtigung der alten Angaben von Cotugno bei ihren Injektionsversuchen kleine Kanälchen, welche vom Fundus des Saccus endolymphaticus ausgehen und in der Dura mater der hinteren Schädelgrube ihren Verlauf nehmen sollen. Morphologische Untersuchungen an diesen Kanälchen haben weder Cotugno, noch Weber-Liel angestellt, wesshalb die Deutung der injicirten Anhänge fraglich blieb.

Wenn auch Böttcher später vermuthete, dass diese Bildungen mit jenen zuerst von diesem Forscher beschriebenen epithelialen Seitenkanälchen am s. g. Hals des Ductus

endolymphaticus identisch seien, blieb doch die Frage über die Bildungsvorgänge derselben und ihren physiologischen Werth eine offene.

Auch Kölliker[1]) hat die epithelialen Seitenkanälchen am Hals des Endolymphsackes bei Schweineembryonen beobachtet und doch stimme ich, was diese epithelialen Gebilde des Ductus endolymphaticus anlangt, mit Schwalbe überein, der die Identität derselben mit den durch die Injektion gefüllten Zügen am Fundus des Endolymphsackes bezweifelt.

Die von mir zu beschreibenden verschieden langen accessorischen Kanälchen des Saccus endolymphaticus, welche an bestimmten Stellen der unteren und oberen Wand des Fundus desselben bei der Katze, dem Schwein, Rind und anderen Thieren sich entwickeln und dann vervielfältigen, deute ich einerseits als Abflusskanäle für die Endolymphe des häutigen Labyrinthes und glaube andererseits berechtigt zu sein anzunehmen, dass sie die rudimentären Homologa jener Gänge und Säckchen darstellen, welche bei den Fischen, den Batrachiern, Reptilien, insbesondere bei manchen Eidechsen in der mannigfachsten Form und Grösse bekannt geworden sind.

I. Allgemeine Bemerkungen über den Endolymphsack.

Bei dem Studium reichhaltiger Schnittserien von Präparaten über die Entwicklungsvorgänge am Gehörorgane der Wirbelthiere, habe ich auch dem Ductus endolymphaticus in seiner ersten Entstehung und in seiner Differenzirung besondere Aufmerksamkeit geschenkt und zwar zunächst mit Rücksich auf die Frage des Verhaltens der endolymphatischen Abflusswege aus dem inneren Ohr; denn bis zur

1) Kölliker beschreibt Seite 738 seiner Entwicklungsgeschichte „Nebenäste des Saccus endolymphaticus" an der Stelle, wo derselbe im Knochen liegt.

Stunde haben wir keine in jeder Hinsicht befriedigende Einsicht über die Entwicklungsart und das Schicksal der Otolithen und über die Bildung und den Abfluss der endolymphatischen Flüssigkeit aus dem häutigen Labyrinth. Während die Forschungen von Hasse[1]) und Retzius über die perilymphatischen Wege des Labyrinthes und der Schnecke sehr werthvolle Ergebnisse geliefert haben, konnte man bisher, wenn wir von Vermuthungen absehen, über die Endolymphwege bei den höheren Wirbelthieren die Untersuchungen nicht als abgeschlossen bezeichnen.

Die Betrachtung mehrerer Serien der Horizontalschnitte von Säugethierembryonen ergibt, dass zwischen den häutigen Labyrinthen trotz allgemeiner Uebereinstimmung mehrfache formelle Verschiedenheiten bezüglich der Säckchen sowohl, als auch der Communikationsröhrchen mit dem Ductus endolymphaticus und an dem letzteren selbst vorhanden sind, die jedoch hier keine specielle Erörterung erfahren sollen.

In den folgenden Mittheilungen werden nur die Endolymphsäcke einiger höherer Wirbelthiere und des Menschen, die häutigen Labyrinthe derselben, insbesondere die beiden Säckchen in ihren Beziehungen zum Endolymphsack, Erwähnung finden.

Wenn ich mich vorerst der Betrachtung der beiden Säckchen zuwende, so will ich besonders betonen, dass der Utriculus bei der Katze in dem Entwickelungsstadium, welches zur Darstellung der Tafel III gedient hat, langgestreckt lateralwärts im Vestibulum so liegt, dass sein grösster Durchmesser von vorn nach hinten geht und derselbe an seinem dorsalen Ende kantig zugespitzt oder zugeschärft erscheint. Der Sacculus rotundus ergänzt den Utriculus nach vorn und

1) In der Besprechung der Arbeit von Retzius, „das Gehörorgan der Wirbelthiere“ nimmt auch Hasse an, dass sogar das Verhalten des perilymphatischen Ganges zu den peripheren Lymphgefässen immer noch einer näheren Untersuchung bedürfe.

medianwärts und beide erscheinen schon frühzeitig scharf von einander abgesetzt, während dieselben z. B. beim Schwein sich erst spät gegenseitig abgrenzen. Bei der Katze tritt sehr bald ein wahrhaft rundes Bläschen auf, dessen hintere Wand sich in den Ductus endolymphaticus fortsetzt und zwischen Utriculus und Sacculus rotundus besteht innerhalb des Vorhofes keine Communikation mehr.

Was die Entstehung der den Ductus endolymphaticus mit den die beiden Säckchen verbindenden Kanälchen anlangt, so scheint mir die Deutung derselben als ein Abschnitt der Endolymphbahn oder als ein solcher der Säckchen im Vorhofe ein müssiger Wortstreit zu sein; denn während sich der Endolymphsack nach der hinteren Schädelgrube hin verlängert, differenziren sich der Utriculus und der Sacculus rotundus in dem Vorhofraum und da die beiden Säckchen und der Endolymphsack histogenetisch zusammengehörige, und gemeinsam funktionirende Gebilde darstellen, so ist es auch mit Rücksicht auf die Entstehungsweise der beiden Communikationsröhrchen ganz willkürlich, dieselben als Abtheilungen des Labyrinthes oder als Anfangstheile des Endolymphsackes aufzufassen. Histogenetisch gehen die beiden Säckchen mit ihren Röhrchen und dem ganzen Ductus endolymphaticus aus dem Ohrbläschen hervor und wenn die Differenzirung derselben vollendet ist, stellt der Endolymphsack einerseits einen mit Endolymphe gefüllten bedeutungsvollen elastischen Beutel für die Ausgleichung der Druckdifferenzen in dem häutigen Labyrinth und andererseits eine Abflussröhre für die Endolymphe dar.

Wenn ich auch noch in Kürze hinweise auf die formellen Beziehungen des Ductus endolymphaticus zu den beiden Säckchen, so bilden sich die Communikationsröhrchen zwischen denselben erst in späteren Entwicklungstadien aus dem Recessus labyrinthi einerseits und den beiden Säckchen andererseits so heraus, dass das bleibende Verhältniss bei

einem Schweineembryo z. B. erst bei einer Grösse von 43 mm auftritt. Beim Rind und Hund dagegen finde ich die formellen Anordnungen der Säckchen und ihrer Fortsätze schon relativ früh in den Dauerzustand getreten. Die einfachen Oeffnungen, welche anfänglich zwischen dem Hals des Ductus endolymphaticus und den Säckchen vorhanden sind, wandeln sich erst ziemlich spät im Embryo zu wirklichen Kanälchen dadurch um, dass der Scheidewand, welche von vorn und lateralwärts die Trennung der beiden Säckchen bewirkt, zwei dorsale Leisten, eine dorsolaterale und eine dorsomediale entgegenwachsen und die vordere Scheidewand zwischen sich einschliessen.

Die vordere grosse Scheidewand der beiden Säckchen erstreckt sich bis in die Mündung des trichterförmigen Ductus endolymphaticus hinein und die ihr angrenzenden Lücken stellen die Mündungen der beiden Kanälchen des Endolymphkanales dar.

Die topographischen Verhältnisse der einzelnen Abtheilungen des häutigen Labyrinthes werde ich in einer späteren Besprechung eingehend berücksichtigen.

II. Das nähere Verhalten des Ductus endolymphaticus in der hinteren Schädelgrube.

An allen bis jetzt von mir studirten Lymphsäcken musste ich drei formell verschiedene Abschnitte unterscheiden.

Der erstere vordere Abschnitt stellt den erweiterten Introitus des Ductus endolymphaticus, welcher in die beiden Röhrchen für die Säckchen sich fortsetzt, dar. Dieser Eingang ist in der Mehrzahl trichterförmig erweitert und setzt sich bei allmähliger Verengerung in den zweiten Abschnitt, den Hals des Ductus endolymphaticus fort. Dieser ist beim Menschen ungleich weit, und nach innen und unten mit mehreren Längsfalten versehen, welche nach seinem Lumen vorspringen. Der eine Theil des Halses

liegt in dem späteren knorpeligen oder knöchernen s. g. Aquaeductus vestibuli osseus und der andere an der hinteren Wand der künftigen Pyramide des Schläfenbeines. An diesen in der hinteren Schädelgrube liegenden Hals reiht sich der dritte Abschnitt, der eigentliche Saccus endolymphaticus mit seinem dorsalwärts kantig oder abgerundeten Fundus an. Der ganze Endolymphsack stellt eine verhältnissmässig grosse, von vorne nach hinten resp. schief von aussen nach innen etwas abgeplattete Blase dar, deren Weite abhängig ist von der jeweiligen Quantität der Endolymphe, welche zur Zeit der Conservirung in ihr enthalten ist. Schon in frühen Entwicklungsstadien berühren sich an dem Halse des Endolymphsackes die vordere laterale und die hintere mediale Wand, und wenn sich die knorpelige Labyrinthkapsel gebildet hat, drängt diese die laterale Wand gegen die mediale so hin, dass nur die letztere bei einer stärkeren Füllung des Endolymphsackes eine Verschiebung nach dem Hirn hin erfahren kann.

Diese Art der Einlagerung des Endolymphsackes in die in seiner Umgebung bald sehr mächtig werdende Dura mater gewährt demselben die Möglichkeit, sich bei stärkerer Füllung nach dem Schädelbinnenraum hin ausdehnen zu können, wobei theils der Inhalt der subduralen Lymphbahnen, theils der Liquor cerebrospinalis und selbst der Inhalt der Blutgefässe verdrängt werden.

Die wechselnde Füllung und Entleerung des Endolymphsackes bei Druckdifferenzen in dem häutigen Labyrinth darf man sich unter normalen Verhältnissen selbstredend nur als minimale Schwankungen in dem Flüssigkeitsquantum vorstellen, welche zunächst abhängig sein werden von den stempelförmigen Bewegungen der Fussplatte des Steigbügels im ovalen Fenster mit Verdrängung der Peri- und Endolymphe.

Auch Kölliker spricht schon von einem Canalis oder

Ductus endolymphaticus und einem Saccus endolymphaticus. Allein die besondere Beschaffenheit, welche der hinterste, bei den verschiedenen Thieren ungleich geformte Theil des Endolymphsackes darbietet, macht es wünschenswerth, den bei manchen Thieren scharf abgesetzten Fundus von dem übrigen Sack als besonderen Abschnitt zu unterscheiden.

Ich will an dieser Stelle nicht näher eingehen auf die formellen Verschiedenheiten des Ductus endolymphaticus vestibuli, wie sie sich bei den einzelnen Wirbelthierklassen vorfinden, sondern nur noch hervorheben, dass das ursprünglich einfache Ohrbläschen als Epithelgebilde bei weiterer Differenzirung mit den sich allmählig bildenden Labyrinthräumen und ihrem Gallertgewebe in Verbindung tritt, wobei an der Aussenseite des Epithels eine Bindesubstanzschichte, und schliesslich an den Bogengängen des thierischen und menschlichen Labyrinthes, die drei bekannten Gewebslagen auftreten.

Wie der Ductus endolymphaticus durch Einbettung in die Dura mater fixirt ist, so werden auch alle Theile des häutigen Labyrinthes anfänglich durch ein Gallertgewebe und später durch feste Bindesubstanz an die Knochenhülle angeheftet.

An dem Ductus endolymphaticus hat zuerst Boettcher an dessen Hals, d. h. an dem „durch den Knochen, (resp. Knorpel) hinziehenden Theil des Kanales“ kurze epitheliale Seitenkanäle beobachtet, welche später von Kölliker für das Schwein bestätigt wurden. Diese Kanälchen habe ich auch gesehen, allein ich halte dieselben für keine konstant vorkommenden Gebilde desshalb, weil man dieselben nicht an allen Embryonen beobachtet. Ob diese Kanälchen durch die langen Epithelfalten, welche beim menschlichen Fötus in dem ganzen Halse des Endolymphsackes oben und unten an demselben wahrgenommen werden, erzeugt sind, will ich dahin gestellt lassen. Sind nämlich die Endolymphbahnen

im aufgeblähten Zustande zur Darstellung gekommen, so fehlen die Epithelfalten, und gelangte das Labyrinth bei Verlust der Endolymphe zur Conservirung, so zeigen sich Faltenbildungen in langgestreckter Form ziemlich reichlich, wie ich es besonders schön an dem Endolymphsack der Maus zu beobachten Gelegenheit hatte. Beim menschlichen Fötus sind es mehrere grössere faltig vorspringende Leisten im Halse des Ductus endolymphaticus, welche starke Vertiefungen zwischen sich einschliessen. An Querdurchschnitten durch den Ductus springen dieselben an der oberen und unteren Fläche weit in den Binnenraum des Lumens vor. Ob diese Leisten verstreichbare Falten darstellen oder nicht, kann ich mit Hilfe meines zur Zeit vorliegenden Materiales nicht bestimmt entscheiden. (S. Fig. 8 Taf. IV.)

Ein weiteres eigenthümliches Verhalten bieten die Epithelzellen, aus denen der Ductus endolymphaticus hervorgeht, insoferne dar, als dieselben bei der ersten Anlage und in den ersten Entwicklungsstadien gleich gross sind, bei der Vergrösserung des Endolymphsackes aber ein verschieden starkes Wachsthum und demnach eine ungleiche Grösse erlangen, welche an der Tafel III Berücksichtigung fand, allein an dieser zwanzigmal vergrösserten Darstellung nicht genügend zum Ausdruck gebracht werden konnte. Während anfänglich die Epithelzellen des Endolymphsackes kubische Formen haben, erfahren dieselben später, wie schon Kölliker und Boettcher angaben, Umwandlungen zu vollständigen Plattenepithelien. An jenen Abschnitten aber, wo die Säckchen mit Nerven in Verbindung treten, sind schon frühzeitig die cylindrischen Formen der Neuroepithelien zugegen. Die letzteren treten anfänglich als eine einfache Lage von Cylinderzellen auf, die sich erst später zu mehreren Lagen differenzirt. An dem Endolymphsack formt sich das kubische Epithel zu einem Plattenepithel um und zwar früher im Sack, als in dem Hals desselben und in den Vorhofsäckchen.

Eine besondere Würdigung verdient das Verhalten des Epithels in dem Fundus des Endolymphsackes, worauf ich weiter unten zurückkommen werde.

III. Die Abflusskanäle der Endolymphe des häutigen Labyrinthes.

Nachdem ich zuerst an dem Fundus des Endolymphsackes der Katze verschieden grosse Fortsätze beobachtet hatte, prüfte ich die Schnittserien von Embryonenköpfchen verschiedener Thiere eingehender und fand konstante röhrenförmige Verlängerungen, welche an verschiedenen Stellen vom Fundus des Endolymphsackes ausgehen und sich in die Dura mater einsenken.

Da diese accessorischen Kanäle des Endolymphsackes nicht „an dem durch den Knochen hinziehenden Theil des Ductus endolymphaticus beginnen", so können sie nicht, wie oben schon gesagt wurde, identisch sein mit jenen von Böttcher und Kölliker erwähnten epithelialen Nebenästen, welche diese Forscher am s. g. Hals des Ductus endolymphaticus beobachtet und beschrieben haben.

In der Tafel IV habe ich die Figur 1 halbschematisch nach den Schnitten dargestellt. In frühen Entwickelungsstadien beobachtet man nur eine einfache Röhre (Taf. V), die sich in einem weiter vorgeschrittenen Stadium so theilt, dass zunächst drei, dann vier und schliesslich sieben verschieden weite Röhrchen entstanden sind. Diese Röhrchen beginnen in der Umgebung des hinteren Endes des Ductus endolymphaticus trichterförmig, jedoch so, dass anfänglich nur eine einfache Ausbuchtung vorhanden ist, welche sich erst in geringer Entfernung von demselben in einzelne kleinere hintere, obere und mehrere grössere untere Röhrchen fortsetzt.

Die Art der Theilung wird auch an den Figuren 2, 3, 4

und 5 der Tafel IV erkannt, indem die Figura 2 den Anfangstheil der Ausstülpung des Saccus endolymphaticus darstellt, während in der Figur 3 schon vier, in der Figur 4 drei grössere und zwei kleinere Röhrchen aufgetreten sind. Die fünfte Figur ergibt, dass man es an tieferen Horizontalschnitten mit cylindrischen engen Kanälchen zu thun hat, welche ungleich weit, ziemlich dicht gedrängt an einander liegen.

Die Tafel V enthält in den Figuren 1—6 von dem jüngeren Katzenfötus die einfache Röhre sowohl des rechten als auch des linken Saccus endolymphaticus.

Die Figur 7 der Tafel V stellt die Horizontalschnitte der Abflussröhren des Endolymphsackes vom Schweineembryo und die Figur 8 und 9 jene vom Ductus endolymphaticus des Rindsembryo dar.

An den Figuren 1 und 4 ergibt sich, dass der Anfangstheil des Ganges in der Nähe seiner Mündung am Fundus des endolymphatischen Sackes eine etwas plattgedrückte Form darbietet und demnach am Querschnitt eine länglich ovale Form zeigt. Nach abwärts kleiner werdend, behält er die erwähnte Form noch bei, um am untersten Ende in ein cylindrisches Röhrchen überzugehen.

Wie die eine einfache Röhre im früheren Entwicklungsstadium, ebenso nehmen auch die mehrfachen Kanälchen des älteren Embryo von oben nach unten an Dicke ab, und enden abgerundet in der Dura mater. Die sieben einzelnen Kanälchen grenzen mehr oder weniger dicht aneinander, indem die sie trennende Bindesubstanz schwach entwickelt und von dem übrigen Gewebe der Dura mater noch nicht differenzirt erscheint. Ihre symmetrische Anordnung auf beiden Seiten und ihre tief nach abwärts gehende Einsenkung in die Dura mater, sowie die oben von innen nach aussen übereinstimmend abgeplattete und unten regelmässig cylindrische Form sprechen für die Constanz der Bildung dieser Röhr-

chen und für eine ganz bestimmte morphologische und physiologische Bedeutung derselben.

Die Einlagerung derselben in die Dura mater und ihre aus dem Saccus endolymphaticus hervorgehende Entwickelung lassen a priori annehmen, dass ihre histologische Beschaffenheit nicht abweichen wird von jener des Ductus endolymphaticus selbst. Wie an diesem kann man anfänglich nur eine einfache epitheliale Röhre unterscheiden, an welcher die kubischen Zellen allmählig niedriger werden und an ihrer Aussenseite einen Beleg aus Bindesubstanz erhalten. Bei der Entstehung der Röhrchen schieben sich die aus kubischen Zellen bestehenden Cylinder mehr und mehr dorsalwärts und drängen immer tiefer in das lockere Gewebe der Dura mater ein.

Die einfachen, aus kubischen Zellen bestehenden Hohlcylinder werden grösser und länger und der Hohlraum des Saccus endolymphaticus setzt sich während ihres Wachsthumes in diese Epithelcylinder hinein fort. In den ersten Entwicklungsstadien zeigt somit der Querschnitt eines Kanälchens einen Epithelring, welcher ein helles Lumen umrahmt (S. Taf. IV und V.)

Für die Deutung dieser Kanälchen scheinen zwei Anordnungen von besonderem Interesse zu sein. Die erste Anordnung, die ich meine, bezieht sich auf das Verhalten der Epithelzellen am Fundus des Saccus endolymphaticus und die zweite betrifft die verhältnissmässig grossen Lymphräume, welche die Kanälchen von oben bis unten umschliessen und sich in die röhrenförmig angeordneten Lymphräume, welche sich den Abflussröhren des Endolymphsackes unmittelbar anreihen, fortsetzen.

a) Was zunächst die Epithelzellen des Endolymphsackes anlangt, so zeigen dieselben, wie schon Kölliker angegeben, von den beiden Säckchen im Vorhofe an, bis zu dem hintersten Abschnitt des Endolymphsackes, eine ziemlich regel-

mässige, wenn auch in vorgeschrittenen Entwicklungsstadien ungleich grosse Beschaffenheit. Man sieht am Fundus des Sackes einzelne Zellen und Zellengruppen, welche gegen den Binnenraum desselben vorrücken und andere, die die convexen kleinen Buchten des Sackes innen auskleiden. An einzelnen Stellen des dorsalen Endes des Blindsackes treten ebenfalls cylinderförmig gestaltete Verlängerungen auf, welche nur Rudimente der beschriebenen unteren Röhrchen darstellen. Von diesen Fortsätzen spricht meiner Meinung nach Reissner, wenn er über die feinen Mündungen des Recessus labyrinthi Angaben macht. Von den Faltenbildungen, welche zuweilen auch an Querschnitten eine cylindrische Form besitzen, unterscheiden sich diese Epithelfortsätze ganz wesentlich. Sie sind charackteristisch dadurch, dass in vorgeschrittenen Entwicklungsstadien die einzelnen Zellen derselben keine regelmässige Anordnung darbieten und hier sowohl, als auch in den beschriebenen Abflussröhren interepitheliale Lücken nachweisen lassen, welche mit den Lymphspalten in der Dura mater direkt communiciren. An keiner Stelle des endolymphatischen Ganges zeigen die einzelnen Zellen so weite Abstände und Unregelmässigkeiten in ihrem gegenseitigen Verhalten, als in dem hinteren Ende desselben, das man bisher blind endigen liess. Während in dem Säckchen des Vorhofes, dem Halse und Körper des Endolymphsackes bei grösseren Embryonen die Epithelzellen, durch Kittsubstanz innig mit einander vereinigt, eine regelmässige Anordnung haben, zeigen sich in dem Fundus des Sackes stellenweise grössere Abstände der einzelnen Zellen von einander.

Hier befindet sich demnach eine siebförmig durchbrochene Stelle des Sackes, welche ich nicht anders deuten kann, als dass dieselbe der Endolymphe Durchlass nach den Lymphspalten und somit nach Lymphgefässen der Dura mater gewährt. An den Horizontalschnitten eines etwa 3 Monat alten

menschlichen Fötuskopfes zeigen sich an dem hintersten Ende des Endolymphsackes scharf abgegrenzte Lücken, welche sich in die subduralen Lymphspalten medialwärts am Sinus sigmoideus fortsetzen. Das allmähliche Kleinerwerden der kubischen Zellen spricht für direkte Fortsetzung des Sackes in die Lymphbahnen.

b) Die Lymphräume und Lymphspalten in der Umgebung des dorsalen Endes des Endolymphsackes sowohl, als auch um die beschriebenen Abflusskanälchen herum, müssen an allen Schnittserien nicht nur bei der Katze, sondern auch bei anderen Säugethieren sofort in die Augen fallen. In der Nähe des Endolymphsackes stellen dieselben lichte, weite Räume dar, welche unterhalb des Lymphsackes in röhrenförmig angeordnete Bahnen übergehen.

In Figur 6 Tafel IV ist eine genaue Copie dieser subduralen Lymphspalten wiedergegeben, von denen die Mehrzahl derselben als Querschnitte von dünnwandigen Röhrchen auftreten. Auch an der noch einfachen Abflussröhre des Endolymphsackes bei einem jüngeren Katzenembryo von 22 mm Länge sind die grossen weiten Lymphbahnen so angeordnet, wie sie in der Tafel V Figur 1—10 wiedergegeben sind. Sie umrahmen die Röhrchen allseitig und stellen unregelmässige weite Scheiden derselben dar, so dass die epithelialen Abflussröhrchen des Endolymphsackes von grossen weiten Lymphscheiden vollständig umgeben sind und die Bindesubstanz der Dura mater erst an diese Scheiden sich anschliesst.

Alle diese Lymphräume müssen ja schon frühzeitig in Funktion kommen und in dem Verhältniss, als die Differenzirung des häutigen Labyrinthes fortschreitet und alle Räume desselben sich erweitern, muss eine Bewegung in der Strömung der Lymphe sowohl, als auch in der Endolymphe, die sich unzweifelhaft kontinuirlich erneuert, stattfinden. Schon frühzeitig müssen diese Apparate in Funktion treten und daher

sind die perilymphatischen Bahnen im Embryo relativ mehr ausgebildet, als nach dem vollständigen Aufbau der Gehörapparate.

Kritische Schlussbetrachtung.

Schon aus der Beschreibung der an dem Ductus endolymphaticus angebrachten Kanälchen und ihrer Beziehungen zu den Lymphbahnen geht hervor, dass man es hier mit konstant vorkommenden Gebilden zu thun hat, welche eine zweifache Deutung zulassen:

1) Wie schon im Eingang dieser Besprechung angegeben wurde, fasse ich dieselben als die Abflusswege für die Endolymphe des häutigen Labyrinthes auf und

2) dürfen dieselben als die verkümmerten Anhänge des häutigen Labyrinthes in der hinteren Schädelgrube betrachtet werden, welche z. B. bei den Elasmobranchiern ausgebildet bis an die Kopfoberfläche reichen. Dieselben besitzen eine sehr variable Form und Grösse und gelangen, wie bei Phylodactylus europaeus selbst über die Grenze des Schädels hinaus.

Was zunächst die Deutung der Kanälchen als Abflusswege für die Endolymphe anlangt, muss zunächst daran erinnert werden, dass schon Cotugno bei seinen Injectionsversuchen „Gefässchen, Venulae lymphaticae" zur Darstellung brachte und Weber-Liel ebenfalls bei Injektionen wahrgenommen hat, dass an dem Fundus des Saccus endolymphaticus kleine Kanälchen zur Füllung gelangten, welche in die Dura mater hinein verfolgt werden konnten. Es ist naheliegend, dass man derartigen Injektionsergebnissen mit Misstrauen begegnet, um so mehr, wenn man die Schwierigkeit bedenkt, welche für eine abgegrenzte Injektion des Labyrinthes gegeben ist. Die peri- oder endolymphatischen Räume mit Sicherheit durch eine Injektionsmasse zur Füllung

zu bringen, ohne dass von der einen Bahn in die andere die Masse übertritt, kann nur ein Spiel des Zufalles, aber nicht der Berechnung sein. Auch dem Kundigsten und Geschicktesten wird es schwer fallen, eine Injektion in die Säckchen oder in die häutigen Bogengänge so auszuführen, dass z. B. nur die endolymphatischen Räume ohne Grenzüberschreitung der Bogengänge, ohne Zerreissung der Säckchen sich füllen. Leichter sind die perilymphatischen Räume für eine Injektion zugänglich; denn dieselben sind nach der Eröffnung eines knöchernen Bogenganges oder des Vorhofs sofort freigelegt und mit einer zugespitzten Glasröhre oder der Kanüle einer Injektionsspritze leicht zu erreichen. Am leichtesten können dieselben nach der Methode Hasse's vom sekundären Trommelfell aus injicirt werden.

Alle bisherigen Bemühungen, die Abflusswege für die Endolymphe aufzudecken, lieferten daher keine in allen Beziehungen befriedigende Resultate.

Hasse's morphologische Studien führten diesen Autor anfänglich zu der Annahme, dass der Saccus endolymphaticus mit den Lymphbahnen des Subduralraumes communiciren, während er auf Grund späterer Forschungen diese Anschauung als nicht zulässig erachtete und es mit Schwalbe, welcher auch mit Hilfe von Injektionen den perilymphatischen Raum von den Subduralräumen aus füllte, für wahrscheinlich hielt, dass die Endolymphe in den Arachnoidealscheiden der zu dem häutigen Labyrinth gelangenden Nerven und Gefässe ihren Abfluss finde. Die Endolymphe müsste nach dieser Auffassung durch das Neuroepithel und somit in den interepithelialen Räumen nach dem inneren Gehörgang und von diesem aus nach den Lymphbahnen der Schädelhöhle gelangen.

Die bisherige Annahme, dass der Saccus endolymphaticus bei den höheren Wirbelthieren blind endige, ist aber nach der oben gegebenen Beschreibung der Kanälchen am

Fundus des Saccus endolymphaticus nicht mehr haltbar. Während der Entwicklung des häutigen Labyrinthes lässt sich der Nachweis liefern, dass

1) der Recessus labyrinthi, aus welchem der Saccus endolymhaticus hervorgeht, die Grenze dieses Sackes in Form von Röhren überschreitet und

2) mittelst interepithelialer Spalten und auch grösserer Lücken an die Lymphbahnen unmittelbar angrenzt resp. in dieselben sich direkt fortsetzt.

Die schönen Forschungsresultate von Hasse und Retzius, welche für viele niedere Wirbelthiere festgestellt haben, dass der endolymphatische Gang bis an die Grenze des Schädels reicht und diese auch weit überschreitet, mussten einen Zweifel über den blinden Abschluss des Saccus endolymphaticus bei höheren Wirbelthieren wachrufen. Der Nachweis der direkten Communikation des Endolymphsackes mit den subduralen Lymphbahnen bei vielen Thieren und dem Menschen ist unzweifelhaft geliefert und derselbe schliesst denn auch die Antwort für die Art des Abflusses der Endolymphe in sich ein.

Boettcher hatte hervorgehoben: „dass der Recessus labyrinthi sich gerade dadurch wesentlich von den übrigen Theilen der Labyrinthblase unterscheide, dass sich in seiner Umgebung kein accessorischer Hohlraum entwickele. Der epitheliale Kanal verwachse allseitig mit seiner Umgebung und erscheine nach erfolgter Verknöcherung in der Felsenbeinpyramide von dem Periost des knöchernen Aquaeductus vestibuli und an seinem hinteren blinden Ende von der Dura mater dicht umschlossen."

Diese Angaben des verdienstvollen Autors können nur für gewisse Stellen des Ductus endolymphaticus auf Geltung

Anspruch machen. Denn in dem Knorpel oder dem späteren Knochenkanal der Pars petrosa steht der Ductus endolymphaticus nicht nur mit dem Perichondrium, dem späteren Periost, sondern auch mit den Gefässen im knöchernen Aquaeductus vestibuli und mit den perilymphatischen Bahnen in demselben in Zusammenhang. Der mittlere Abschnitt des Saccus endolymphaticus vereinigt sich an seiner medialen dorsalen Fläche mit der Dura mater so innig, dass beide an dem Embryo einer Katze von 75 mm Länge nicht scharf von einander abgrenzt sind. Die laterale vordere Wand dagegen geht in höheren Entwickelungsstadien mit dem Periost der Pars petrosa eine innige Verschmelzung ein, und das ganze hintere Ende des Sackes ist in eine mächtige Schichte Bindesubstanz, welche von zahlreichen Lymphspalten durchsetzt ist, eingelagert. (S. Fig. 6 Taf. IV.)

An einer Stelle tritt der Fundus des endolymphatischen Sackes so mit dem Sinus sigmoideus in Contakt, dass die Wände beider mit einander innig vereinigt sind und der Sack von dem Sinus eine Impression erhält.

Im Innern des Endolymphsackes begegnet man zuweilen verschieden geformten, netzartig angeordneten Zügen, welche von einer Wand zur anderen gelangen und meiner Meinung nach nur als Gerinnungsprodukte der Endolymphe, nicht aber als bindegewebige Stränge angesehen werden dürfen. Es liegen hier Bildungen vor, wie sie im Innern der Säckchen ganz gewöhnlich zur Beobachtung gelangen.

Wenn meine Beobachtungen die einfachste Deutung erfahren, so ist die nächstliegende die, dass die Abflusswege für die Endolymphe in den beschriebenen Kanälchen vorliegen und eine ganze Reihe von Anordnungen in der Schnecke, den Säckchen mit den Bogengängen und dem Saccus endolymphaticus finden eine ungezwungene Erklärung.

Dass die Endolymphe ebenso wie der Liquor cerebrospinalis eine kontinuirliche Erneuerung erfährt, darf a priori

angenommen werden, und es muss demnach auch für einen einfachen Abflussweg Vorkehrung getroffen sein, und dieser ist meiner Auffassung nach gegeben in der Beziehung der kleinen Röhrchen des Endolymphsackes zu den Lymphspalten und Lymphräumen der subduralen Schichte der Dura mater ganz ähnlich, wie der in den Hirnhöhlen und dem Canalis centralis des Rückenmarkes befindliche Liquor cerebrospinalis durch das Foramen Magendii und die Aperturae laterales ventriculi quarti (Key und Retzius) Abflusswege nach aussen in die Lymphbahnen der Umhüllungen des centralen Nervensystems findet. Die genannten Oeffnungen sowohl, als auch der von mir in meinen Vorlesungen schon seit vielen Jahren besprochene, von Merkel und Mierzejewsky beschriebene längliche Spalt am Unterhorn des Seitenventrikels stellen Communicationen der aus dem Ectoderm hervorgehenden Höhlen des Centralnervensystems mit den äusseren Lymphbahnen dar.

Nach meiner Auffassung versteht man auch die Bedeutung des Canalis reuniens, welcher die Lymphe aus dem Ductus cochlearis in das runde Säckchen und von diesem in den Endolymphsack abführt.

Ebenso wird auch klargestellt, warum der Utriculus ebenso, wie das runde Säckchen nicht nur beim Embryo, sondern auch bei den erwachsenen Wirbelthieren und dem Menschen eine Communikation mit dem Endolymphsack besitzt und warum dieser Sack ausserhalb der Pars petrosa, ausserhalb der knöchernen Kapsel des Gehörorganes seine Lage hat. Derselbe konnte keine günstigeren Beziehungen zu den Lymphbahnen haben, als an jener Stelle, wo auch ein Theil der perilymphatischen Räume des inneren Abschnittes des Gehörorganes in die subduralen Lymphgefässe sich fortsetzen.

Die wohlbegründete Annahme von Boettcher, dass der Abfluss der Perilymphe wesentlich durch den Aquaeductus cochleae, an welchem der genannte Autor diesen und den Canalis venosus cochleae unterscheidet, stattfinde, an

welch' ersterem das Endothelhäutchen der Scala tympani direkt in die Wandung des Lymphgefässstammes übergehe, spricht nicht gegen die über allen Zweifel festgestellte Thatsache, dass der perilymphatische Gang im Aquaeductus vestibuli cartilagineus oder dem späteren osseus nach den Subdural-Räumen sich fortsetzt.

Dass der Saccus endolymphaticus als elastische Blase nebenbei auch noch eine physiologische Bedeutung für die Ausgleichung von Druckdifferenzen im Labyrinth hat, dürfte aus seiner Form und Grösse geschlossen werden. Eine einfache epitheliale Röhre wäre ja für den Abfluss der Endolymphe auch genügend gewesen, während der Recessus labyrinthi sich bei allen bis jetzt untersuchten höheren Wirbelthieren und dem Menschen zu einer sackartigen Erweiterung von relativ bedeutenden Dimensionen ausbildet. Wäre dieser Endolymphsack nicht in der Schädelhöhle, sondern im Innern des Labyrinthraumes angebraucht, so könnten sich Druckdifferenzen bei Vermehrung oder Verminderung der Endolymphe schwerer ausgleichen, als im Innern der Schädelhöhle, wo Blut und Lymphe leichter entweichen, dies um so mehr, wenn der Endolymphsack eine direkte Beziehung zu den Gefässbahnen hat.

Nahe liegend ist die phylogenetische Deutung der beschriebenen Bildungen am Saccus endolymphaticus.

Nachdem für viele niedere Wirbelthiere der Nachweis erbracht ist, dass die Endolymphsäcke des Gehörorganes nach der Schädelhöhle und selbst über deren Grenze hinaus sich fortsetzen, so können die beschriebenen Kanälchen mit dem Saccus endolymphaticus bei den höheren Wirbelthieren, welche die knöcherne Kapsel des inneren Gehörorganes auch überschreiten, als rudimentäre, homologe Bildungen jener bekannten grossen Endolymphkanäle der niederen Wirbelthiere aufgefasst worden. Freilich bleiben auch hier noch Räthsel in grosser Zahl bestehen. Während Retzius bei den Elas-

mobranchiern die direkte Communikation der Endolymphsäcke mit der Kopfoberfläche nachgewiesen hat, münden dieselben bei sehr vielen Thieren nicht an der äusseren Haut, sondern stehen im Innern mit Ableitungsbahnen der Endolymphe in Zusammenhang und dieser Zusammenhang bedarf mehrfach noch der Klarstellung.

Beschreibung der Tafeln.

Tafel III.

Horizontalschnitt durch den Kopf eines Katzenembryos 20/I vergrössert. Der ganze Ductus endolymphaticus mit dem Utriculus und dem Sacculus rotundus sind allseitig sichtbar. Die Abbildung stellt eine genaue Copie des Präparates dar.

1) Der Knorpel der Pars petrosa.
2) Utriculus.
3) Sacculus rotundus.
4) und 5) Communikationen derselben mit dem Ductus endolymphaticus.
6) Erweiterter Hals des Ductus endolymphaticus.
7) Isthmus des Ductus endolymphaticus.
8) Fundus des Ductus endolymphaticus.
9) Häutige Bogengänge des Labyrinthes.
10) Sinus sigmoideus.

Tafel IV.

Fig. 1. Schematische Darstellung des Saccus endolymphaticus mit seinen Fortsätzen nach einem Präparat vom Katzenembryo.

1) Fundus des Saccus endolymphaticus.
2) Eine kleine kanalartige Ausbuchtung am hinteren Ende des Fundus.
3) Eingänge in die unteren accessorischen Abflusskanäle.
4) Die sich theilenden Abflusskanälchen.
5) Bindesubstanz der Dura mater, in welche der Saccus endolymphaticus und seine Fortsätze eingelagert sind.
6) Ein Abflusskanälchen an der oberen Wand.

Fig. 2. Horizontaler Schnitt unter dem Saccus endolymphaticus, resp. Querschnitte der accessorischen Abflusskanäle nach einem Präparat vom Katzenembryo.

a) Querschnitt an dem trichterförmigen Eingang in die Kanälchen.

10
8
9
7
1
6
2
4
3
3
5
20 x.

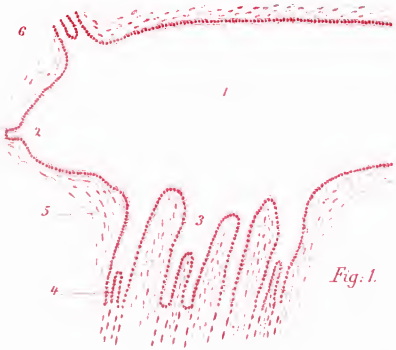
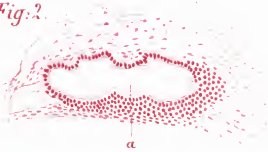


Fig. 1.

Fig. 8.

Fig. 2.



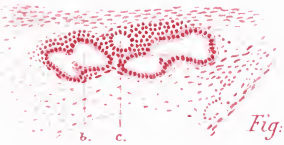


Fig. 3.

Fig. 6

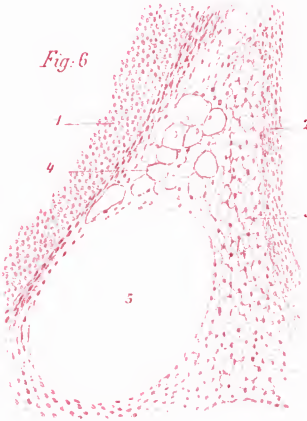


Fig. 4

Fig. 5

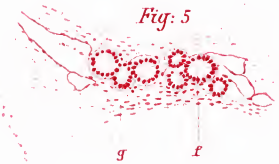


Fig. 7.

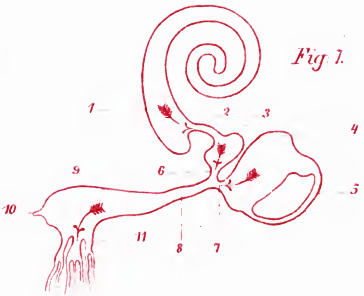


Fig. 3. Horizontalschnitt unterhalb des Sackes, resp. Querschnitt der Kanälchen noch tiefer unten, nachdem die Theilung in drei grössere b, und ein kleineres c, Kanälchen stattgefunden hat. Nach demselben Objekt wie Fig. 2.

Fig. 4. Horizontalschnitt desselben Objektes unterhalb des Sackes, resp. Querschnitt der Kanälchen, nachdem sich eine Theilung bis fünf vollzogen hat. (d. e.)

Fig. 5. Horizontalschnitt wie oben mit einer siebenfachen Theilung der Kanälchen, welche grössere (f) und kleinere (g) Durchmesser besitzen.

Die Figuren 2—6 sind Kopfdurchschnitten eines 35 mm langen Katzenembryos entnommen.

Fig. 6. Nach einem Horizontalschnitt des Kopfes eines Katzenembryo unter den Kanälchen.

1) Knochenbildende Zellenschichte.
2) Zellenlage, welche die innere Fläche der Dura mater, resp. das parietale Blatt der Arachnoidea bildet.
3) Mächtige Entwicklung der Dura mater und der lockeren subduralen Schichte.
4) Grosse, meist cylindrisch erscheinende Lymphräume, welche in der Nähe des Saccus endolymphaticus weite Scheiden um die Abflusskanäle bilden.
5) Querschnitt des Sinus sigmoideus s. transversus.

Fig. 7. Schematische Darstellung der Endolymphbahnen des häutigen Labyrinthes mit Einschluss des Ductus cochlearis.

Die Pfeile deuten die Wege an, welche die Endolymphe bei ihrem Abfluss nach den Lymphgefässen hin nimmt.

1) Ductus cochlearis.
2) Canalis reuniens.
3) Sacculus rotundus.
4) Utriculus.
5) Bogengang.
6) Kanälchen des Sacculus rotundus für den Endolymphsack.
7) Kanälchen des Utriculus für den Endolymphsack.
8) Hals des Ductus endolymphaticus.
9) Fundus des Endolymphsackes.
10) Kleine kanalartige Verlängerung des Endolymphsackes.
11) Abflusskanälchen, welche sich in die Lymphbahnen fortsetzen.

Fig. 8. Querschnitt des Ductus endolymphaticus innerhalb des Knorpels, kurz vor dem Austritt desselben aus dem Vestibulum.

1) Obere Längsfalten querdurchschnitten.
2) Untere Längsfalten.
3) Ductus perilymphaticus.
4) Blutgefäss.

Tafel V.

Querschnitte der accessorischen Abflusskanäle des Endolymphsackes verschiedener Säugethiere.

Fig. 1, 2 und *3.* Horizontalschnitte, entnommen von einfachen Kanälchen des rechten Gehörorganes eines 22 mm langen Katzenembryo. Die erste Figur stellt den trichterförmigen Eingang zu dem in diesem Entwicklungsstadium einfachen Kanälchen dar.

a) Epithelialer oval geformter Kanal.
b) Mittlerer Abschnitt des Kanälchens.
c) Querschnitt des Kanälchens in der Nähe seines unteren Endes. Der Buchstabe g deutet auf kleine Lymphspalten.

Fig. 4, 5 und *6* stellen Querdurchschnitte des einfachen Kanälchens des linken Gehörorganes desselben Katzenembryos dar, dem die Figuren 1, 2 und 3 entnommen sind. d, e und f stellen den Querdurchschnitt des einfachen Abflusskanales dar. In Form und Grösse stimmen dieselben mit jenen Schnitten vom rechten Gehörorgan überein.

Die Buchstaben h, i und k deuten auf die grossen Lymphräume hin, welche das einfache Rohr in seiner ganzen Ausdehnung umgeben.

Fig. 7. Querdurchschnitte der Abflusskanälchen des Ductus endolymphaticus von einem 43 mm langen Schweinsembryo.

In den noch aus Zellen bestehenden Schichten, welche den Saccus endolymphaticus umgeben, erscheinen die kleineren (l) und grösseren Kanälchen (m) quer durchschnitten.

Fig. 8 und *9* stellen die quer durchschnittenen Kanälchen vom Saccus endolymphaticus eines 30 mm langen Rindsembryo dar. Der Buchstabe n deutet auf die fünf Röhrchen hin, welche in noch geringer Entfernung von dem Sack auf dem Querschnitt getroffen sind. Der Buchstabe o bezeichnet die drei Endausläufer der Röhrchen.

Fig. 10. Hinteres Ende des Endolymphsackes vom 3 Monat alten menschlichen Fötus 184/1.

1) Kubisches Epithel des Endolymphsackes.
2) Bindegewebe des Sackes und der Dura mater.
3) Scharfe Grenze des Epithels mit einer Spalte, welche sich
4) in die Lymphspalten fortsetzt.

Fig: 1.

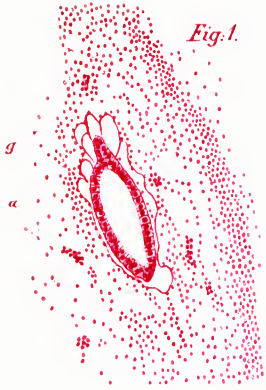


Fig: 2.

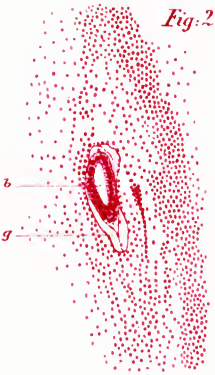


Fig: 3.

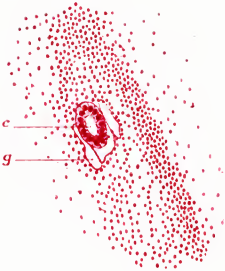


Fig: 4.

Fig: 5.

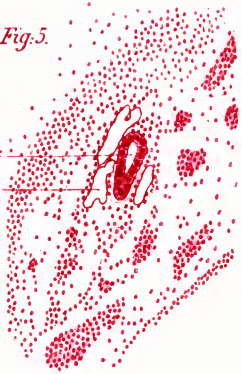


Fig: 6.

Fig: 7.

Fig: 8.

Fig: 9.

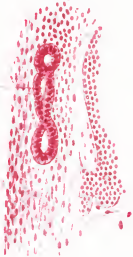


Fig: 10.

Ueber die Bildung der Discriminante einer ternären Form.

Von Paul Gordan.

(*Eingelaufen 17. Dezember*)

Im 7. Band der Math. Annalen findet sich ein Aufsatz von Dersch über Doppeltangenten. Dort steht pag. 510 die Formel

$$\psi(y) = (abc)_y^2 \sum_{k+\lambda+\mu=n-2}{}' a_y^k b_y^\lambda c_y^\mu a_x^{n-2-k} b_x^{n-2-\lambda} c_x^{n-2-\mu}$$

Die geometrische Bedeutung dieser Covariante von

$$F = a_x^n$$

ist folgende. Legt man durch einen Punkt x der Curve F eine Tangente f(y), so schneidet dieselbe aus F nach $n-2$ weitere Schnittpunkte aus. Die Curve $\psi(y)$ $(n-2)^{ten}$ Ordnung geht durch dieselben hindurch.

Ist nun x ein Doppelpunkt von F, so verschwindet ψ für alle Werthe von y. So erhält man da $\psi(y)$ $\frac{n(n-1)}{2}$ Coefficienten besitzt $\frac{n(n-1)}{2}$ Curven

$$\mathfrak{F}_1, \mathfrak{F}_2 \ldots\ldots \mathfrak{F}_{\frac{n(n-1)}{2}} \qquad \text{I.}$$

vom Grade $2n-4$ in den x, welche sämmtlich durch den Doppelpunkt von F gehen.

Ist φ eine allgemeine Funktion von x vom Grade n—3, so gehen die Curven

$$\varphi . F_1, \varphi . F_2, \varphi . F_3 \qquad \text{II}$$

ebenfalls durch den Doppelpunkt von F. Die Form φ hat $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ Coefficienten; mithin gibt es

$$3 . \frac{(n-1)(n-2)}{2}$$

Formen II.

Die Anzahl der Formen I und II ist

$$\frac{(2n-2)(2n-3)}{2}$$

also ebenso gross als die Anzahl der Glieder in einer solchen Form.

Wir bilden aus den Formen I und II die Determinante D der Coefficienten. Dieselbe ist in den Coefficienten der Formen I vom Grade $\frac{n(n-1)}{2}$ und in denen der Formen II vom Grade $3 . \frac{(n-1)(n-2)}{2}$; also in den Coefficienten der Form F vom Grade

$$3 . \frac{n(n-1)}{2} + 3 \frac{(n-1)(n-2)}{2} = 3(n-1)^2.$$

Hieraus folgt, dass D die Discriminante von F ist.[1])

1) Vergleiche hiemit die von Sylvester gegebene Methode, die Resultante von drei ternären Formen gleichen Grads in Determinantenform zu bilden. Salmon-Fiedler „Algebra der linearen Transformationen" p. 102; Faà de Bruno „Théorie de l'Élimination" p. 139.

Oeffentliche Sitzung

zur Nachfeier der Allerhöchsten Namensfeste Seiner Majestät des Königs und Seiner Königlichen Hoheit des Prinzregenten

am 15. November 1887.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 23. Juli vorgenommene Wahl neuer Mitglieder hatte am 3. November die allerhöchste Bestätigung erhalten; es werden verkündiget:

A. Als ordentliches Mitglied:

Herr Dr. Hugo Seeliger, o. ö. Professor für Astronomie an der k. Universität München und Direktor der k. Sternwarte in Bogenhausen, bisher ausserordentliches Mitglied.

B. Als ausserordentliches Mitglied:

Herr Dr. Leonhard Sohncke, o. Professor der Experimentalphysik an der k. technischen Hochschule in München.

C. Als auswärtiges Mitglied:

Herr Nikolaus v. Kokscharow, kais. russ. Geheimer Rath in St. Petersburg, bisher correspondirendes Mitglied.

D. Als correspondirendes Mitglied:

Herr Dr. Max Nöther, a. o. Professor für Mathematik an der k. Universität Erlangen.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis December 1887.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1887 Band II Heft 3 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. IX. for 1885—86. 1887. 8°.

University of the State of New-York in Albany:

38. and 39. annual Report on the New-York State Museum of natural history for the years 1884 und 1885. 1885—86. 8°.

K. zoologisch Genootschap in Amsterdam:

Bijdragen tot de Dierkunde. Aflev. 13. 1886. fol.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. IX. No. 4. Vol. X. No. 1. 1887. 4°.

American Chemical Journal. Vol. IX. No. 3—6. 1887. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Bamberg:

XIV. Bericht. 1887. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Th. VIII. Heft 2. 1887. 8°.

K. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië zu Batavia:

Natuurkundig Tijdskrift van Nederlandsch-Indië. Deel 46. 1887. 8°.

Museum in Bergen:

Aarsberetning for 1886. 1887. 8°.

Permanente Commission der internationalen Erdmessung in Berlin:

Verhandlungen der 8. allgem. Conferenz der internationalen Erdmessung. 1887. 4°.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 20. Jahrgang. No. 11—17. 1887. 8°.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 39. Heft 2. 1887. 8°.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Jahrg. 1886—87. No. 1—10. 16—18. 1887—88. No. 1 bis 3. 8°.

Centralblatt für Physiologie. 1887. No. 1—20. Leipzig 1887. 8°.

K. Preuss. geodätisches Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten I. Ordnung. Telegraphische Längenbestimmungen in den Jahren 1885 und 1886. 1887. 4°.

Jahresbericht des Direktors des k. geodätischen Instituts 1886/87. 8°.

Präcisions-Nivellement der Elbe. III. Mittheilung. 1887. 4°.

K. geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin:

Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen. Bd. VII, 3. VII, 4 mit Atlas, VIII, 2 mit Atlas.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 7. Jahrg. 1887. Heft 6—12. 8. Jahrg. 1888. Heft 1. 1887 bis 1888. gr. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen aus dem Jahre 1886. No. 1143—1168. 1887. 8°.

Verhandlungen in Genf vom 10—12. August 1886. Nebst französischer Uebersetzung. Genf 1886. 8°.

Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. V. part 2. Session 1886—87. 1887. 8°.

Gewerbeschule in Bistritz:

XIII. Jahresbericht für 1886/87. 1887. 8°.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 44. Jahrgang. I. Hälfte. 1887. 8°.

Société de géographie commerciale in Bordeaux.

Bulletin. 1887. No. 13—23. 1887. 8°.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXII. part 1. 1887. 8°.

Memoirs. Centennial Volume. Vol. XI. Part. 4. No. 5. 1886. 4°.

Blue Hill Meteorological Observatory in Boston:

Results of the meteorological Observations made in the year 1886. 1886. 4⁰.

Verein für Naturwissenschaft zu Braunschweig:

3. und 4. Jahresbericht für die Jahre 1881/82—1885/86. 1883—87. 8⁰.

Académie Royale de médicine in Brüssel:

Bulletin. IV. Série. Tom. I. No. 6—10. 1887. 8⁰.
Mémoires couronnés. Collection in 8⁰. Tom. VIII. fasc. 2. 3. 4. 1887. 8⁰.

Société Royale malacologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXI. 1886. 8⁰.
Procès verbaux des séances. tom. XIII. p. I—LXXX. 1887. 8⁰.

K. Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. IV. 1886. 8⁰.
Értekezések a mathematikai tudományok köréből. Bd. XIII, 1. 2. 1886—87. 8⁰.
Értekezések a természet tudományok köréből. XV, 19. XVI, 1—6. XVII, 1. 1885—87. 8⁰.
Mathematikai közlemények. Bd. XXI, 2—5. 1885. 8⁰.
Mathematikai értesitö. Bd. IV, 7—9. V, 1—5. 1886—87. 8⁰.

K. ungarische geologische Anstalt in Budapest:

Jahresbericht für 1885. 1887. 8⁰.
Évkönyve. Bd. VII, 6. VIII, 5. 1887. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VII, 6. VIII, 5. 1887. 8⁰.
Földtani közlöny. Bd. XVII. Heft 1—6. 1887. 8⁰.

Oficina meteorologica Argentina in Buenos-Aires:

Anales. Tomo V. 1887. 4⁰.

Society of natural sciences in Buffalo:

Bulletin. Vol. V. No. 2. 1886. 8⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadix:

Almanaque nautico para 1888, 1889. Madrid 1886—87. 8⁰.

Meteorological Department of the government of India in Calcutta:

Meteorological Observations. Febr.—June 1887. fol.

Geological Survey Office of India in Calcutta:

Memoirs. Palaeontologia Indica. Series XII. Vol. IV. part 2. Series XIII. Vol. I. part. 6. 1886. fol.
Catalogue of the remains of Siwalik Vertebrata by Rich. Lydekker. Part. I. II. 1885—86. 8⁰.

Catalogue of the romains of pleistocene and pre-historic Vertebrata, by Rich. Lydekker. 1886. 8°.
Records. Vol. XX. part 3. 1887. 4°.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VI. part 2. 1887. 8°.

Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass.:

Bulletin. Vol. XIII. No. 4. 5. 1887. 8°.
Memoirs. Vol. XVI. No. 1. 2. 1887. 4°.
Annual Report for 1886—87. 1887. 8°.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Jahrbuch. 4. Jahrg. Lief. 1. 1887. 4°.

Editorial Committee of the Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. No. XVIII. a & b. H. Mohr, Nordhavets dybder. 1887. fol.

Meteorologisches Institut in Christiania:

Beobachtungs-Ergebnisse der Norwegischen Polar-Station Bossekop in Alten, van Aksel S. Steen. Th. I. 1887. 4°.

Universität in Christiania:

Viridarium Norvegicum. Norzes Vaextrige, af F. C. Schübeler. Bd. I, 2 und II, 1. 1886. 4°.
Forhandlinger ved de Skandinaviske Naturforskeres. 13de möde i Christiania 7—12. Juli 1886. 1887. 8°.
Lakis kratere og lava strömme, af Amund Helland. 1886. 4°.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. N. F. 30. Jahrgang 1885/86. 1887. 8°.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1887. No. 51—102. 1887. fol.

Academia nacional de ciencias in Córdoba (República Argentina):

Boletin. Tomo IX. entrega 1—4. Buenos-Aires 1886. 8°.
Actas. Tomo V. entrega 3. Buenos-Aires 1886. 4°.

École polytechnique in Delft:

Annales. Tom. III. Livr. 2. 3. Leiden 1887. 4°.

Colorado scientific Society in Denver:

Proceedings. Vol. II, 2. 1886. 8°.

Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. Bd. VIII. Heft 1. (1886). 1887. 8⁰.
Archiv für die Naturkunde Liv-Esth- und Kurlands. I. Serie. Bd. IX. Lief. 4. 1887. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. 8. Jan.—Febr. 1887. 8⁰.

Royal Geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XVIII. part 2. 1887. 8⁰.

Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. V. part 3. 1887. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

71. Jahresbericht 1885/86. 1887. 8⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. Serie IV. Vol. IX. Supplemento. Vol. X. disp. 1. 2. 1886—87. 8⁰.

Biblioteca Nazionale in Florenz:

Pubblicazioni del R. Istituto di studi superiori. Sezione di medicina:
Esegesi medico legale sul methodus testificandi di Giovan Battista Codronchi, per Angiolo Filippi. 1883. 8⁰.
Archivio della scuola d'anatomia patologica. Vol. II. 1883. 8⁰.
Sezione di scienze fisiche:
Osservazioni continue della elettricità atmosferica, da Ant. Roiti. 1884. 8⁰.
Linee generali della fisiologia del cervelletto, da Luigi Luciani. 1884. 8⁰.
Bollettino delle pubblicazioni italiane 1887. No. 36—45. 1887. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Bericht. 1887. 8ᶜ.

Naturwissenschaftlicher Verein des Reg.-Bez. in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen. 5. Jahrg. 1887. No. 1—6. 1887. 8⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht für die Jahre 1885—86. 1887. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Freiburg i. Br.:

Berichte. 1. Band. 1886. 8⁰.

Observatoire astronomique in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1886 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. 1887. 8⁰.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

25. Bericht. 1887. 8°.

Verein der Aerzte in Steiermark in Graz:

Mittheilungen. 23. Vereinsjahr 1886. 1887. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1886. Heft 23. 1887. 8°.

Archiv der Mathematik und Physik in Greifswald:

Archiv. 2. Reihe. 5. Theil. 3. Heft. Leipzig 1887. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 18. Jahrgang 1886. 1887. 8°.

Teyler Genootschap in Haarlem:

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. 3. part 1. 1887. 8°.
Catalogue de la Bibliothèque par C. Ekama. Livr. 5. 6. 1886. 8°.

Holland'sche Maatschappij der Wetenschappen in Haarlem:

Natuurkundige Verhandelingen. 3de Verzameling. Deel V. stuk 1. 1887. 4°.
Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. XXI. livr. 5. Tom. XXII. livr. 1. 2. 3. 1887. 8°.

Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. 1887. Heft XXIII. No. 11—20. 1887. 4°.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a/S.:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 60. Heft 1. 2. 1887. 8°.

Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde in Hanau:

Bericht vom 1. April 1885 bis 31. März 1887. 8°.

Naturhistorisch-medicinischer Verein zu Heidelberg:

Verhandlungen. N. F. Bd. IV. Heft 1. 1887. 8°.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. Heft 44. 1887. 8°.
Exploration internationale des régions polaires 1882—83 et 1883—84. Expedition polaire Finlandaise. Tom. II. Magnétisme terrestre. 1887. 4°.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. 37. Jahrg. 1887. 8°.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XX. Heft 4. Bd. XXI. Heft 1. 2. 1887. 8°.

Ministerialkommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1886. Heft 7—12. Berlin 1887. 4°.
5. Bericht für die Jahre 1882—1886. 1887. fol.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3e Ser. Vol. XXIII. No. 96. 1887. 8°.

Archiv für Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. 5. Theil. Heft 2. 4. 1887. 8°.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 22. Jahrg. Heft 2. 3. 1887. 8°.

Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig:

Mittheilungen 1886. Heft 1. 2. 3. 1887. 8°.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XIV. No. 1—4. 1887. 4°.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 35. No. 8—12. und 19. Bd. 36. No. 2—7. 1887. 8°.

K. K. Bergakademie in Leoben:

Programm für das Jahr 1887/88. Wien 1887. 8°.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XI. part 3. No. 80. Vol. XII. part. 1. No. 81. 1887. 8°.
List of the Members 1886 and 1887. 1886/87. 8°.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. 1887. Vol. 36. No. 920—937. London gr. 8°.

Her Majesty's Stationary Office in London:

Transit of Venus, 1882. Report of the Committee. 1887. fol.
Report of the scientific Results of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. XX. XXI (Text und Atlas). XXII. 1887. 4°.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 42. No. 256—259. 1887. 8°.
Philosophical Transactions. 1886. Vol. 177. part. I. II. 1887. 4°.
List of the Fellows. 30. November 1886. 4°.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 47. No. 8. 9. Vol. 48. No. 1. 1887. 8°.

Chemical Society in London:

Journal. No. 296—301. July—Dec. 1887. 8°.
Abstracts of the Proceedings. Session 1887—88. No. 41—43. 8°.

The Linnean Society in London:

The Journal. a) Zoology. Vol. 20. No. 117. Vol. 21. No. 127—129.
b) Botany. Vol. 22. No. 148. 149. Vol. 24. No. 158. 1887. 8°.
The Transactions. a) Zoology. Vol. IV. part 2.
b) Botany. Vol. II. part 10. 13. 14. 1887. 4°.
Proceedings. Nov. 1886—June 1887. 8°.
List of the Fellows. January 1887. 8°.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. 1887 part 4. 5. 6. 1887. 8°.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1887 part I. II. III. 1887. 8°.

Institut Royal-Grand-Ducal, Section des sciences naturelles et mathématiques in Luxemburg:

Observations météorologiques. Vol. III. IV. 1887. 8°.

Washburn Observatory of the University of Wisconsin in Madison:

Publications. Vol. V. 1887. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht und Abhandlungen. 1886. 1887. 8°.

R. Istituto Lombardo di Scienze in Mailand:

Pubblicazioni del reale osservatorio di Brera. No. XXIX. XXXI. XXXII. 1887. fol. 1887. 4°. No. VII. parte 2. 1885. fol.

Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. XXIX. fasc. 1—4. 1886. 8°.

Sociedad de geografía y estadística in Mexico:

Boletin. 3ª época, tom. VI, No. 4—9. 1887. 8°.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Tom. VII. entrega 19—24. 1887. fol.

Sociedad scientifica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memorias. Tom. I. cuad. 1—4. 1887. 8°.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Anno XX. Ser. III. Vol. 5. 1886. 8°.

Société Royale du Canada in Montréal:

Mémoires et Comptes rendus pour l'année 1886. Tom. IV. 1887. 4°.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1887. No. 3. 1887. 8°.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 18. Jahrg. No. 6—9. 1887. 4°.

Technische Hochschule in München:

Programm für das Jahr 1887/88. 1887. 8°.
Bericht über das Jahr 1886/87. 1887. 4°.
Personalstand. W.-S. 1887—88. 1887. 8°.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Rendiconto. Anno 25. (1886) Fasc. 4—12. 4°.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VII. Heft 2. Berlin 1887. 8°.

North of England Institute of Min. and Mechan. Engineers in New-Castle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. 36. part 3. 4. Vol. 37. part 1. 1887. 8°.

American Journal of science in New-Haven:

The American Journal of science. Vol. XXXIII. No. 196—200. Vol. XXXIV. No. 201. 202. April—Oct. 1887. 8°.

Academy of sciences in New-Orleans:

Papers read before the Academy 1886—87. 1887. 8°.

Academy of Sciences in New-York:

Transactions. Vol. V. No. 7 und 8. 1886. 8°.
Annals. Vol. III. No. 11. 12. Vol. IV. No. 1. 2. 1886—87. 8°.

American chemical Society in New-York:

The American Chemist. Vol. VII. No. 10. 1877. 8°.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XIX. No. 2. 3. 1887. 8°.

Nederlandsche botanische Vereeniging in Nijmegen:

Nederlandsch kruidkundig Archief. II. Ser. 5. Deel. 1. Stuk. 1887. 8°.

Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1886. 1887. 8°.

Neurussische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Bd. XII. Heft 1. 1887. 8°.

Geological and Natural History Survey of Canada in Ottawa:

Rapport annual (Nouv. Série). Vol. I. 1885. 1886. 8°.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1887. No. 26—52. 1887. 8°.

Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 104. No. 26. Tom. 105. No. 1—26. 1887. 4°.
Oeuvres complètes de Laplace. Tom. VII. 1886. 4°.

Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1886. 1887. 8°.

Internationales Meteorologisches Comité in Paris:

Bericht über die Verhandlungen in Paris, 1—7. September 1887. Hamburg 1887. 8°.

École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 56e. 1886. 4°.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. livr. 547—553. Juillet—Déc. 1887. Janv. 1888. 1887—88. gr. 8°.

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. II. Serie. Tom. VIII, 2. IX, 1. 1886. 4°.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. 3e Année. 1887. Tom. IV. No. 36—44. Tom. V. No. 45—48. 1887. 4°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3e Série. Tom. X. fasc. 2. 1887. 8°.

Société de géographie in Paris:

Compte rendu. 1887. No. 12—16. 1887. 8°.
Bulletin. 7e Serie. tom. VIII. trimestre 1. 2. 3. 1887. 8°.

Second geological Survey of Pennsylvania:

The geologic distribution of natural gas in the United States by Charles A. Ashburner. St Louis 1886. 8°.
The geologic relations of the Nanticoke Disaster, by Charles A. Ashburner. 1887. 8°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XII. livr. 2. 1885. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Bulletins. Vol. VI. No. 6—10 et Supplements. 1887 8°.
Mémoires. Vol. IV. Nr. 1. Vol. II. No. 4. 5. Vol. III. No. 3. 1887. 4°.

Mineralogische Gesellschaft in St. Petersburg:

50 jähriges Jubiläum des Akademikers Nic. J. Kokscharow von A. J. Münster (russisch). 1887. gr. 8°.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1886. Theil 1. 1887. 4°.
Repertorium für Meteorologie. Bd. X. 1887. 4°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. 19. Heft 6. 7. 8. 1887. 8°.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1887. part I. II. 1887. 8°.

Alumni Association of the College of Pharmacy in Philadelphia:

23. annual Report for the year 1886—87. 1887. 8°.

Wagner Free Institute of Science in Philadelphia:

Transactions. Vol. I. 1887. 8°.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXIV. No. 125. 1887. 8°.

R. Scuola normale superiore in Pisa:

Annali. Ser. VIII. Vol. 4. 1887. 8°.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. V. p. 227—306. 1887. 4°.
Atti. Memoire. Vol. VIII. fasc. 2. 1887. 8°.

K. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Abhandlungen. Classe für Mathematik. VII. F. Bd. 1. 1886. 4°.

Gesellschaft der Mathematiker und Physiker in Prag:

Casopis. Bd. XVI. Heft 1—6. 1886. 8°.

K. Sternwarte in Prag:

Magnetische und meteorologische Beobachtungen im Jahr 1886. 47. Jahrg. 1887. 4°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Regensburg:

Correspondenzblatt. 40. Jahrgang. 1887. 8°.

Naturforscher-Verein zu Riga:

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins. 30. Bändchen. 1887. 8°.

Club de engenharia in Rio de Janeiro:

Revista mensal. Anno I. No. 1—3. 1887. 8°.

R. Accademia dei Lincei in Rom:

Osservazioni astronomiche e fisiche. Memoria terza di G. V. Schiaparelli. 1886. 4°.

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 38. Sessione 1—4. 1886. 4°.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1887. No. 3—8. 1887. 8°.

Ufficio centrale meteorologico Italiano in Rom:

Annali. Ser. II. Vol. VI. parte 2. 1884. 1887. 8°.

Bataafsch Genootschap der proefonder-vindelijke wijsbegeerte in Rotterdam:

Steven Hoogendijk door A. Huet. 1887. 4°.

American Association for the Advancement of science in Salem:

Proceedings. 34. und 35. Meeting 1885 and 1886. 1886/87. 8°.

Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 18. No. 1—12. 1887. 8°.
The Morse Collection of Japanese Pottery. 1887. fol.

California Academy of sciences in San Francisco:

Bulletin. Vol. II. No. 6. 7. 1887. 8°.

Bureau de la recherche géologique de la Suède in Stockholm:

Sveriges geologiska undersökning. Ser. Aa. No. 92. 94. 97—99. 101. 102. Ser. Ab. No. 11. 12. Ser. Bb. No. 5. Ser. C. No. 65. (Heft 1.) 78—90 mit Karten in Folio. 1887. 8°.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XXI. 1887. fasc. de Juillet, Octobre, Novembre. 1887. 8.

Observatorio astronómico nacional de Tacubaya, Mexico:

Anuario para 1888. Anno VIII. 1887. 8°.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Magnetische Beobachtungen in den Jahren 1884—85. 1887. 4°.

Kaiserliche Universität in Tokyo (Japan):

College of Science Journal. Vol. I. part 3. 4. 1887. 4°.
Medicinische Facultät: Mittheilungen. Bd. I. No. 1. 1887. 4°.

Commission géologique et d'histoire naturelle du Canada in Toronto:

Mappes, etc. accompagnant le Rapport annuel pour 1885.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. 3. Series. Vol. 5. fasc. 1. 1887. 8°.

Società Adriatica di scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. X. 1887. 8°.

Zeitschrift „der Naturforscher" in Tübingen:

Der Naturforscher. Jahrg. 1887. No. 28—52. 1888. No. 1. 2. 1887—88. 4°.

Accademia Reale delle scienze in Turin:

Bolletino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XXI. (1886). 1887. 4°.

National Academy of Sciences in Washington:

Memoirs. Vol. III. part. 2. 1886. 4°.

Bureau of Ethnology in Washington:

4 th annual Report. 1882—83. 1886. 4°.

Department of the Interior in Washington:

Monographs of the U. S. Geological Survey. Vol. X. 1886. 4°.

War Department, Corps of Engineers. U. S. Army in Washington:

Report upon the third international Geographical Congress and Exhibition at Venice, Italy, 1881. 1885. 4°.

Smithsonian Institution in Washington:

Miscellaneous Collections. Vol. 28—30. 1887. 8°.
Annual Report. Juli 1885. Part I. 1886. 8°.
Scientific Writings of Joseph Henry. Vol. I. II. 1886. 8°.
Classified List of Publications of the Smithsonian Institution. 1883. 8°.

United States Naval Observatory in Washington:

Report of the Superintendent for the year 1886—87. 1887. 8°.

Chief Signal Office U. S. Army in Washington:

Report. 1885. part I. II. 1885. 8°.

United States Geological Survey in Washington:

6 th annual Report 1884—85. 1885. gr. 8°.
Bulletin No. 34—39. 1886—87. 8°.

Landwirthschaftliche Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1886/87. Freising 1887. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes in Wernigerode:

Schriften. 2. Bd. 1887. 8°.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Denkschriften. Math.-naturw. Classe. Bd. 51. 52. 1886—87. 4°.
Sitzungsberichte. Math.-naturw. Classe. I. Abtheilung. Bd. 93. Heft 4. 5. Bd. 94. Heft 1—5. 1886—87. 8°.
II. Abtheilung. Bd. 93. Heft 3—5. Bd. 94. Heft 1—5. Bd. 95. Heft 1. 2. 1886—87. 8°.
III. Abtheilung. Bd. 93. Heft 1—5. Bd. 94. Heft 1—5. 1886—87. 8°.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Jahrg. 1885. (N. F. Bd. XXII). 1886. 4°.

Geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. 1887. Bd. 37. Heft 1. 4°.
Verhandlungen. 1887. No. 2—8. 4°.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XVII. Heft 2. 1882. 4°.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. 1887. Heft 5—9. 1887. 8°.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1887. Bd. 37. Quartal 1. und 2. 8°.

Naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. II. Nr. 3. 4. 1887. 8°.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. Bd. XXVII. Jahrg. 1886/87. 1887. 8°.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrg. 40. 1887. 8°.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. 20. Bd. 21. No. 2. 1887. 8°.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. 36. und 37. Heft. 1887. fol.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahresschrift. 32. Jahrg. Heft 1. 1887. 8°.

Von folgenden Herren:

Emil Baum in Câmpina, Rumänien:

Ein Combinations-Studium über die Entwicklungsgeschichte der Erdkruste. Wien 1887. 8°.

Rodolfo Buccico in Neapel:

L'acido nitrico nella cura dei calcoli urinari. Neapel 1887. 8°.

E. C. Cotes in Calcutta:

A Catalogue of the moths of India. Part I. Sphinges. 1887. 8°.

F. C. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium. III. Reeks X. 2de stuk. Utrecht 1887. 8°.

Anton Ganser in Graz:

Das Ende der Bewegung. 1888. 8°.

Georg Geyer in Wien:

Ueber die Lagerungsverhältnisse der Hierlatz-Schichten in der südlichen Zone der Nordalpen. Wien 1887. 8°.

Edmund Hébert in Paris:

Phyllades de Saint-Lô. Paris 1887. 8°.

Albert von Kölliker in Würzburg:

Ueber Sehnerven-Degeneration und Sehnerven-Kreuzung. 1887. fol.
Ueber Golgi's Untersuchungen den feineren Bau des centralen Nervensystems betreffend. 1887. 8°.
Ueber die Entstehung des Pigmentes in den Oberhautgebilden. Leipzig 1887. 8°.

J. Wickham Legg in London:

On the Bile, Jaundice and bilious Diseases. 1880. 8°.

E. Regel in St. Petersburg:

Allii species Asiae centralis. 1887. 8°.
Descriptiones plantarum nonnullarum horti imperialis botanici. 1887. 8°.

Ferdinand Rosenberger in Frankfurt a/M.:

Die Geschichte der Physik. Theil I. II. III, 1. Braunschweig 1882 bis 1887. 8°

Arcangelo Scacchi in Neapel:

La regione vulcanica fluorifera della Campana. Neapel 1887. 4°.
Catalogo dei minerali Vesuviani. Neapel 1887. 4°.

Adolf Schmidt in Jena:

Geologie des Münsterthals. Theil II. Heidelberg 1887. 8°.

M. Stern in Zürich:

Zur Theorie der Funktion E (x). 1887. 4°.

Michele Stossich in Triest:

I distomi dei pesci marini e d'acqua dolce. 1886. 8°.
Brani di elmintologia Tergestina. Ser. III. IV. V. 1887. 8°.

G. Vom Rath in Bonn:

Laurionit und Fiedlerit. Bonn 1887. 8°.
Einige geologische Wahrnehmungen in Griechenland. Bonn 1887. 8°.
Einige mineralogische und geologische Mittheilungen. Bonn 1887. 8°.

Clemens Winkler in Freiburg:

Mittheilungen über das Germanium. Leipzig 1887. 8°.

Namen-Register.

v. Bauernfeind Carl Maximilian 433.
Böhm A. A. 53.
v. Braunmühl A. 63.

Eichler August Wilhelm (Nekrolog) 87.

Finsterwalder S. 33.

Götz H. 195.
Gordan Paul 477.
v. Gümbel C. W. 221.

Haushofer Carl 133.
Hessler Franz 43. 137

Königsberger Leo 423.
Kohlrausch Friedrich 3. 11. 23.
v. Kokscharow Nikolaus (Wahl) 479.
Kurz A. 195.

Lommel Eugen 95.

Meyer Oskar Emil 343.

Nöther Max (Wahl) 479.

v. Oppolzer Theodor (Nekrolog) 75.

v. Pettenkofer Max 179.
Pfaff Friedrich (Nekrolog) 89.

Radlkofer Ludwig 365.
Reis Otto 151.
Renard Karl J. (Nekrolog) 73.
Rüdinger Nikolaus 1. 69. 455.

v. Sandberger Friedrich 433.
Seeliger Hugo (Wahl) 479. 195.
Sohncke Leonhard (Wahl) 479.

v. Voit Carl 63. 73.
Voss Aurel 2.

Wartmann Elias (Nekrolog) 83.

Sach-Register.

Ablagerungen, älteste im böhmischen Silurbecken 433.
Algebraische Beziehungen zwischen den Fundamentalintegralen 423.

Befruchtung des Neunaugeneies 53.
Bolonostomus, dessen Beziehung zum lebenden Lepidosteus 151.

Capparis-Arten 365.
Centrafläche, projektive, einer algebraischen Fläche n^{ter} Ordnung 2.

Diskriminante einer tertiären Form 477.
Druckschriften, eingegangene 327. 481.

Elektrometrische Untersuchungen 195.
Endolymphe, Abflusskanäle derselben 455.

Flächen 2. Grades, katoptrische Eigenschaften derselben 33.

Gase, Gesundheitsschädlichkeit derselben 179.
Gehirn Gambetta's 69.
Germaniumsulfid, mikroscopische Formen 133.

Heilkunde der alten Inder 137.

Kost eines Vegetarianers 63.

Magnet, Berechnung der Fernwirkung desselben 23.

Naturgeschichte der alten Inder 43.
Nekrologe 73. 75. 83. 87. 89.

Refraktion, terrestrische 433.
Reibung, innere nach Coulomb's Verfahren 343.

Saturn, Theorie der Beleuchtung desselben 195.
Schädel, künstlich verunstaltete der Südseeinsulaner 1.
Schlier von Ottnang 221.
Selbstinduction eines Leiters mittels inducirter Ströme 3.

Wahlen 479.
Widerstandsverhältnisse, elektrische 11.

Zurückwerfung. Photometrie der diffusen 95.

Inhalt.

Der mit * bezeichnete Vortrag ist ohne Auszug.

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften zur Nachfeier der Allerhöchsten Namensfeste Seiner Majestät des Königs und Seiner königl. Hoheit des Prinzregenten am 15. November 1887.

Seite

Verkündigung der Neuwahlen 479

Sitzung vom 5. November 1887.

Oskar Emil Meyer: Ueber die Bestimmung der inneren Reibung nach Coulomb's Verfahren 343

L. Radlkofer: Ueber einige Capparis-Arten. Zweite Mittheilung 365

Leo Königsberger: Ueber die für eine homogene lineare Differentialgleichung dritter Ordnung zwischen den Fundamentalintegralen und deren Ableitungen stattfindenden algebraischen Beziehungen 423

Sitzung vom 3. Dezember 1887.

*C. M. v. Bauernfeind: Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction (3. Mittheilung) 433

F. v. Sandberger: Ueber die ältesten Ablagerungen im südöstlichen Theile des böhmischen Silurbeckens und deren Verhältniss zu dem anstossenden Granit 433

N. Rüdinger: Ueber die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres (mit 3 Tafeln) 455

P. Gordan: Ueber die Bildung der Discriminante einer tertiären Form 477

Einsendungen von Druckschriften 481

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.

JUN 13 '75 H
CANCELLED
MAY 28 88

Widener Library
3 2044 092 897 560